

Miguel António Sousa Abrunhosa de Brito

**Enquadramento
de
(Meta)Modelos (d)e Processos
de
Desenvolvimento de Sistemas de Informação**

Universidade do Minho

1995

Miguel António Sousa Abrunhosa de Brito

**Enquadramento
de
(Meta)Modelos (d)e Processos
de
Desenvolvimento de Sistemas de Informação**

Dissertação submetida à Universidade do Minho
para obtenção do grau de Mestre em Informática,
especialidade em Informática de Gestão

Universidade do Minho

1995

Miguel António Sousa Abrunhosa de Brito

**Enquadramento
de
(Meta)Modelos (d)e Processos
de
Desenvolvimento de Sistemas de Informação**

Com o apoio do PROGRAMA CIÊNCIA

da JUNTA NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.

Agradecimentos

Expresso a minha gratidão a todos os que me apoiaram e incentivaram neste trabalho, e em particular:

Ao meu orientador, Prof. João Álvaro Carvalho, pela disponibilidade, incentivo, e interesse com que acompanhou todo o processo.

Aos meus amigos João Álvaro e Ana Amélia, pela hospitalidade, boa disposição e óptimos conselhos, com que patrocinaram grande parte dos "clicks" desta dissertação.

Aos meus colegas, pelas suas ideias, sugestões e amizade; em especial à Maribel, pelo cuidado com que analisou e comentou este trabalho.

À Manuela...

À nossa família, pelo incentivo, e pela compreensão demonstrada sempre que ficaram privados da minha presença por imperativos de trabalho nesta dissertação.

Aos quadros da JNICT, pela simpatia e eficiência com que disponibilizaram todas as informações e esclarecimentos necessários à obtenção da bolsa.

Resumo

Nesta dissertação são analisados diversos trabalhos relacionados com a (meta)modelação do desenvolvimento de sistemas de informação. Para permitir essa análise, foi construído um enquadramento que considera duas dimensões: actividades e modelos. Ao longo da primeira dimensão, o DSI é relacionado com a actividade que pretende melhorar (o SI) e com as actividades cujo objectivo é melhorar o próprio DSI. Na segunda dimensão, são considerados vários níveis de modelos: modelos, metamodelos (modelos de modelos) e meta-metamodelos. O enquadramento proposto, é utilizado para confrontar os trabalhos sobre (meta)modelação de DSI considerados.

Abstract

This dissertation analyses and compares the work developed by several authors in the area of information systems development (meta)modelling. To carry out the comparison, a two dimensions (activities and models) framework was built. In the first dimension, ISD is related to the activity that it attempts to improve (the IS) and the activities whose purpose is to improve the ISD. In the second dimension, various levels of models are considered: models, metamodels (models of models) and metametamodels.

Índice

RESUMO	7
ÍNDICE	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	13
2.1. Sistemas de Informação.....	13
2.2. O Desenvolvimento de Sistemas de Informação	14
2.3. Modelos.....	16
2.4. Metamodelos.....	18
2.5. Métodos e Metodologias	18
2.6. Melhorar o Desenvolvimento de Sistemas de Informação.....	20
3. ENQUADRAMENTO "4X4"	23
3.1. Níveis de Modelos.....	23
3.2. Camadas de Actividade	27
3.3. Representação gráfica do enquadramento 4x4	29
3.4. Ferramentas e Linguagens	37
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE TRABALHOS	40
4.1. Modelo Conceptual de Tarefas	42
4.2. COMOD	46
4.3. Engenharia de Metodologias Assistida por Computador.....	49
4.4. Técnica de Engenharia de Metodologias	52
4.5. GOPRR.....	57
4.6. Suporte à Modelação no DSI	62
4.7. Confrontação dos trabalhos	66
5. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS.....	71

Índice de Figuras

FIGURA 2-1: TIPOS DE MODELOS NAS FASES DE UMA ACTIVIDADE DE INTERVENÇÃO (E. G., DSI)	17
FIGURA 3-1: NÍVEIS DE MODELOS	23
FIGURA 3-2: NÍVEIS DE DADOS DO IRDS	26
FIGURA 3-3: CAMADAS DE ACTIVIDADE	27
FIGURA 3-4: O "4x4"	30
FIGURA 3-5: IDENTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DO "4x4"	31
FIGURA 3-6: RELAÇÕES ENTRE HEXÁGONOS	32
FIGURA 3-8: USAR O MODELO PRESCRITIVO	33
FIGURA 3-7: NO CONTEXTO DE A_i , SÃO CONSTRUÍDOS MODELOS DESCRITIVOS DE A_{i-1}	33
FIGURA 3-9: TRANSFORMAÇÃO DE MODELOS DESCRITIVOS EM MODELOS PRESCRITIVOS, NO CONTEXTO DA ACTIVIDADE A_i	34
FIGURA 3-10: NO CONTEXTO DE A_i , MUDAR A_{i-1} , SEGUNDO O RESPECTIVO MODELO PRESCRITIVO	34
FIGURA 3-11: "ESTÁ CONTIDO EM"	35
FIGURA 3-12: ENQUADRAMENTO DE LINGUAGENS DE MODELAÇÃO	38
FIGURA 4-1: METAMODELAÇÃO: TÉCNICAS E NOTAÇÕES	43
FIGURA 4-2: METAMODELAÇÃO EM [BRINKKEMPER, 1990]	44
FIGURA 4-3: ENQUADRAMENTO DO COMOD	47
FIGURA 4-4: ENGENHARIA DE METODOLOGIAS ASSISTIDA POR COMPUTADOR	51
FIGURA 4-5: ENQUADRAMENTO DA TÉCNICA DE EM EM [KINNUNEN, 1994]	53
FIGURA 4-6: ENQUADRAMENTO DE [KINNUNEN, 1994]	54
FIGURA 4-7: MAPEAMENTO DO 4x4 NO ENQUADRAMENTO DE [KINNUNEN, 1994]	55
FIGURA 4-8: ENQUADRAMENTO DO "GOPRR"	58
FIGURA 4-9: ENQUADRAMENTO DE [TOLVANEN, 1993]	60
FIGURA 4-10: NÍVEIS DE ABSTRACÇÃO EM [WIJERS, 1991]	63
FIGURA 4-11: ENQUADRAMENTO DE [WIJERS, 1991]	64
FIGURA 4-12: ORDEM DOS ELEMENTOS DO 4x4 NA TABELA DA FIGURA 4-13.	66
FIGURA 4-13: QUADRO DE CONFRONTAÇÃO DOS TRABALHOS DISCUTIDOS	67

1. Introdução

Nesta dissertação, é realizado um estudo de trabalhos que incidem sobre o *Desenvolvimento de Sistemas de Informação* (DSI). O DSI é uma actividade cujo objectivo é melhorar um *Sistema de Informação* (SI). Os trabalhos analisados nesta dissertação, visam melhorar o modo como o DSI é conduzido.

Estes estudos revelam-se de extrema importância, na medida em que as tecnologias da informação têm um papel cada vez mais decisivo nas organizações. Para além de contribuírem para uma maior eficiência, as tecnologias da informação possuem um grande potencial estratégico, podendo servir para as organizações obterem vantagens competitivas num mundo de negócios em que a concorrência é cada vez maior.

O processo de DSI e a adopção das tecnologias da informação tem, portanto, que ser bem conduzido. Nos últimos anos tem vindo a ser realizado bastante trabalho na área de desenvolvimento de sistemas de informação, e nomeadamente na modelação de sistemas de informação e na modelação do desenvolvimento de sistemas de informação. No entanto, a busca e utilização de bibliografia sobre o assunto torna-se complicada devido à ausência de um consenso sobre a terminologia a utilizar, nomeadamente no que diz respeito ao sufixo *Meta* para definir sucessivos níveis de modelação de modelos, ou seja, [meta]metamodelação.

Não é raro ver chamar a um modelo de DSI, “metamodelo” de SI; no entanto a sobrecarga de sentidos a que o prefixo *Meta* está sujeito, evidencia quão desaconselhável é essa prática sob pena de o referido prefixo se tornar (como já o é) fonte de equívoco nos trabalhos sobre SI. Daí que talvez seja mais razoável, reservar o prefixo *Meta* para os casos em que simplifica uma denominação evitando a repetição de um termo, como por exemplo o caso bastante focado neste trabalho dos *modelos de modelos* que aí sim, deverão ser apelidados de *metamodelos*; além disso não há qualquer vantagem prática em

em dar outro nome (ainda que mais pomposo) à expressão “modelo de DSI” que é sem dúvida muito mais clara e evidente para denominar isso mesmo: um modelo de DSI!

Este é apenas um exemplo (embora talvez o mais flagrante) da utilização do mesmo termo para conceitos distintos; do mesmo modo, termos distintos aparecem também a designar um mesmo conceito, de que é exemplo a utilização do termos *metodologia* e *método*.

O objectivo desta dissertação é, através do estudo dos trabalhos de vários investigadores, analisar a terminologia utilizada, com o intuito de relacionar os conceitos subjacentes, através de um enquadramento que permita identificar eficazmente a área que é abrangida por um dado trabalho.

As ideias aqui defendidas, têm como base o princípio de que o desenvolvimento de sistemas de informação é uma actividade cujo objectivo é melhorar um sistema de informação. Será fácil reconhecer também, a existência de actividades que visem melhorar o DSI; aplicando sucessivamente este princípio, pode-se definir uma hierarquia de *camadas* de actividades, cuja finalidade é melhorar as actividades da camada anterior.

Por outro lado, um dos instrumentos, e também um dos produtos, preponderantes para as referidas actividades, são os modelos dos processos e dos conceitos associados; também aqui, se podem encontrar sucessivos níveis de modelos, em que cada nível se representam os modelos do conteúdo do nível anterior.

Esta dissertação apresenta um enquadramento que representa e relaciona estas duas vertentes (camadas de actividades e níveis de modelos).

Como trabalho de enquadramento de conceitos que é, esta dissertação tem uma responsabilidade acrescida na aplicação e definição dos termos que utiliza; é neste sentido que é apresentada uma discussão mais aprofundada no capítulo 2, (Desenvolvimento de Sistemas de Informação), nomeadamente uma reflexão sobre etapas, finalidade e abordagens ao desenvolvimento de sistemas de informação.

No capítulo 3, (Enquadramento), é proposta e explicado um enquadramento de conceitos, que será mais tarde utilizado no capítulo 4, (Análise e discussão de trabalhos), para ajudar a situar a área de trabalho dos documentos analisados nesta dissertação, e na sua secção 4.7, (Confrontação dos trabalhos), pretende-se mostrar como se podem situar comparativamente as áreas de interesse de vários trabalhos através da sua representação num único quadro.

No capítulo 5, (Conclusões), são identificadas as principais virtudes do modelo bem como pistas para trabalho futuro nesta área.

2. Desenvolvimento de Sistemas de Informação

2.1. Sistemas de Informação

O sistema de informação (SI), é uma abstracção de uma organização, do ponto de vista de quem se preocupa com a informação; este subsistema da organização, tem-se tornado cada vez mais importante, ao mesmo tempo que a informação é encarada como um recurso, de cujo (bom) manuseamento depende directamente o sucesso da organização.

A utilização de tecnologias de informação no suporte ao SI, passa pela criação de sistemas informáticos, sendo comum a identificação dos sistemas de informação com sistemas informáticos. É pois importante esclarecer que, no âmbito deste trabalho, a referência a sistemas de informação não implica necessariamente a referência a sistemas informáticos, e raramente será relevante o facto de o SI ser, ou não, suportado por aplicações das tecnologias de informação.

Também será interessante salientar o modo como diversos autores definem SI considerando-o como um conjunto de dados vs. um conjunto de actividades.

Por exemplo Brinkkemper define SI como

«um sistema manual, parcialmente automatizado, ou completamente automatizado, de entidades simbólicas, que representam factos sobre entidades concretas, que por sua vez são registados pela sua relevância face a um dado objectivo, e que podem ser actualizados, consultados, e dos quais se podem concluir outros factos».

[Brinkkemper, 1990]

Por seu lado, Auramäki *et al.* vêem o SI sob o ponto de vista das actividades:

«Um Sistema de Informação (SI), é um sistema em que alguns actores se informam e/ou uns aos outros, de modo a tornar possível ou a melhorar as suas acções ou as dos outros».

[Auramäki , 1987/88], pág. 11

Neste trabalho o SI é considerado como um *conjunto de dados e actividades*, ou seja, não apenas os dados que representam factos da organização, mas também as actividades de manuseamento desses dados. Daí que, neste âmbito, uma definição que se enquadra bem, seja a de Buckingham:

«Um Sistema de Informação é um sistema que recolhe, armazena, processa e distribui informação relevante para uma organização (ou sociedade), de modo que a informação seja acessível e útil aos que a desejarem usar, incluindo gestores, funcionários, clientes e cidadãos. Um Sistema de Informação é um sistema (social) de actividade humana, que pode envolver ou não a utilização de computadores.»

[Buckingham, 1987], pág. 18

2.2. O Desenvolvimento de Sistemas de Informação

O Desenvolvimento de Sistemas de Informação (DSI) é a actividade que surge naturalmente, da necessidade de criar ou aperfeiçoar o sistema de informação de uma organização. Como afirma Welke, citado em [Lyytinen, 1987] (pág. 6), *«O desenvolvimento de sistemas de informação, é um processo de mudança, tomado em relação a sistemas-objecto¹ num conjunto de ambientes, por um grupo de desenvolvimento, para atingir ou manter determinado objectivo».*

As abordagens ao desenvolvimento de sistemas de informação podem ser as mais diversas ([Lyytinen, 1987]). No âmbito deste trabalho, interessa considerar os seguintes aspectos do DSI:

- i) utilização dos modelos prescritivos (métodos) disponíveis,
- ii) intervenção no SI, e
- iii) manuseamento de modelos de SI.

Assim, face a um dado problema de DSI, a equipa de desenvolvimento decidirá qual o método (mais ou menos formal) que deverá adoptar (modelo de DSI \rightarrow DSI), baseando-se no conhecimento disponível sobre o SI existente, ou a implementar. A aplicação desse método levará à construção de modelos do SI (SI \rightarrow modelos de SI) que serão trabalhados (DSI \rightarrow modelos de SI) no sentido de aperfeiçoar (ou implementar) o SI da organização (modelos de SI \rightarrow SI).

Importa aqui esclarecer a utilização do termo *método* no parágrafo anterior, bem como a observação de "*mais ou menos formal*", sob pena de a descrição das principais actividades de desenvolvimento de sistemas de informação efectuada, parecer demasiado simplista. De facto, o termo *método* foi ali utilizado numa acepção bastante lata do termo, com o objectivo de identificar o conhecimento utilizado no processo de desenvolvimento de um sistema de informação. Este conhecimento, pode ser protagonizado por um método a seguir com o máximo rigor, mas também pode (no extremo oposto) representar apenas conhecimentos não formalizados de que os intervenientes no processo nem têm uma consciência clara e que poderiam ser identificados como a *experiência* de cada um. No meio termo situa-se a prática corrente do mundo real, que segundo [Banseler, 1993] e [Rocha, 1994], se traduz na aplicação parcial de algumas técnicas dos métodos de DSI e em que o mais importante é a experiência dos intervenientes; [Downs, 1992] também reconhece essa importância, e chama a atenção para o facto de, no caso do SSADM ("Structured Systems Analysis and Design Method"), o suporte que é fornecido às várias ferramentas e técnicas, não indica ao seu utilizador como distinguir o relevante

¹ Sistemas-objecto, são fenómenos de que os membros do grupo de desenvolvimento se apercebem e que são identificados como alvo de mudança.

do marginal, como *conceptualizar* a natureza intrínseca do problema, nem gera ideias que possam ser incluídas no *desenho*².

Ainda na sequência desta introdução sobre DSI, embora já um pouco à margem do âmbito deste trabalho, e segundo os mesmos autores, verifica-se na prática que é difícil distinguir entre as fases de análise e de concepção. Por outro lado, os próprios métodos descuram frequentemente os aspectos organizacionais, sociais e psicológicos, o que justifica em parte a fraca adesão à implementação rigorosa dos métodos de DSI. Banbury ([Banbury, 1987]), também aborda a questão, no âmbito do Desenho e Análise de Sistemas de Informação (*Information Systems Analysis and Design, ISAD*), defendendo a necessidade de se prestar mais atenção às questões do foro social, em detrimento dos aspectos tecnológicos.

Do já exposto, se infere que sob a expressão "Desenvolvimento de Sistemas de Informação", se alberga uma enorme variedade de actividades; esta impressão é reforçada por Heym e Österle ([Heym, 1992], pág. 142), quando se afirma que «*O DSI cobre todos os aspectos tais como Especificação de Sistemas, Gestão de Projectos, "Quality Assurance", Gestão de Risco, Planeamento Estratégico, Análise, Desenho, Implementação, e da Instalação à Manutenção de um SI.*»

2.3. Modelos

No contexto das actividades em que se tenta estudar e melhorar um Sistema de Informação, surge naturalmente, como em muitas outras áreas de estudo de sistemas, a necessidade de criação de modelos. O estudo desses modelos e do respectivo processo de construção, leva ao aparecimento dos *modelos dos modelos de SI*, dos *modelos de desenvolvimento de modelos*, e dos *processos de modelação do desenvolvimento de sistemas de informação*! Este parágrafo, lido distraidamente, pode parecer um jogo de palavras, ou

² O termo *desenho*, é utilizado ao longo desta dissertação, como tradução de *design*.

uma dissertação sobre visões surrealistas do futuro da investigação nesta área, no entanto estes aspectos não só têm sido objecto de diversos estudos, como as camadas de actividades e os níveis de modelação associados não ficam por aqui!

Antes de uma abordagem aos referidos níveis, nomeadamente como estarão relacionados, e até onde é que será possível chegar em termos de estudo dos estudos, e modelação dos modelos, são apresentadas algumas definições directamente relacionadas com modelos e com modelação, que permitam prosseguir esta discussão com algum rigor.

Grosso modo, pode-se dizer que existem dois tipos de modelos: os que pretendem representar um objecto existente, e os que se destinam a orientar a construção de um objecto; são, respectivamente, os modelos *descritivos* e os modelos *prescritivos*.

Modelo Descritivo de um sistema é uma *representação* do sistema, que constitui um conjunto de hipóteses sobre a sua estrutura e comportamento, que procuram explicar ou prever, as propriedades do sistema.

Esta definição, aqui defendida pela clareza com que identifica o modelo como uma representação de um sistema existente, pode no entanto sugerir apenas sistemas estáticos e que existem por si, alheados a uma evolução no contexto de um processo de DSI. Fica

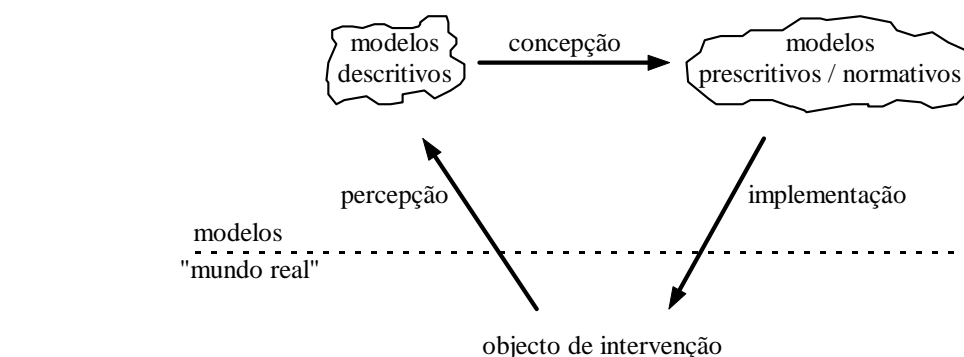


Figura 2-1: Tipos de modelos nas fases de uma actividade de intervenção³ (e. g., DSI)
³ Por "Actividade de intervenção", entende-se uma actividade que interveem numa organização no sentido de introduzir mudança.

portanto feita a chamada de atenção, uma vez que um modelo descritivo, pode estar (e está frequentemente) associado a processos de DSI, como por exemplo em [Carvalho, 1994a] (Figura 2-1), em que está envolvido nas fases de *percepção*, *concepção* e *implementação* aí descritas.

Modelo Prescritivo de um sistema é uma *definição*, que tem como objectivo a criação de sistemas. Constitui uma referência para a realização ou avaliação de um sistema.

2.4. Metamodelos

O objecto de representação no âmbito deste trabalho, poderá ser por exemplo um SI, um processo DSI, ou outro modelo. Sendo outro modelo, dá-se origem a *níveis* de modelação — os *metamodelos*.

Assim, um *metamodelo* é um modelo de modelos, que introduz um novo nível de abstracção. Esta ressalva, embora possa parecer óbvia ou implícita, é de suma importância, se atendermos ao facto de que um modelo é apenas uma representação, e como tal se pode encontrar uma sequência virtualmente infinita de representações de representações, sem se sair do mesmo nível de abstracção. Por outras palavras, neste contexto, um modelo de um modelo, só é considerado metamodelo, se for composto pelos conceitos subjacentes ao nível de modelação inferior. A definição de metamodelo de Brinkkemper, também sustenta esta opinião: «*um metamodelo é um modelo conceptual de uma técnica de modelação*» ([Brinkkemper, 1990], pág. 29).

Analogamente, designa-se por *meta-metamodelo*, o modelo de um metamodelo.

2.5. Métodos e Metodologias

Quando o Sistema é uma actividade ou conjunto de actividades, um seu modelo prescritivo poderá ser apelidado de *método*.

No caso concreto do desenvolvimento de sistemas de informação, um método, é normalmente entendido, como sendo uma abordagem metódica ao planeamento, análise, desenho, construção e evolução de um sistema de informação ([Olle, 1991]). Em todo o caso, além de enriquecedor, é também ilustrativa, a apresentação de várias definições de método (modelo prescritivo de processo) de DSI, relacionadas com os trabalhos que serão objecto de estudo no capítulo 4:

«Um modelo⁴ é um conjunto de metaexpressões que se referem a expressões e aos actos de informar através delas. Um modelo tenta sistematizar o acto de informar, e as expressões nele utilizadas. As metaexpressões definem a estrutura, o conteúdo e a utilização das expressões».

[Auramäki , 1987/88], pág. 12

«é uma abordagem baseada num determinado modo de pensar, para levar a cabo um processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação que consiste em orientações e regras estruturadas segundo um ordenamento sistemático de actividades de desenvolvimento e correspondentes produtos de desenvolvimento.» além disso, «No caso de o método apenas prescrever actividades limitadas ao que tem que ser feito e como o processo de desenvolvimento de sistemas deveria ser gerido e controlado, chamamos-lhe método de gestão de projecto, enquanto que um método de desenvolvimento também prescreve o modo como as actividades devem ser efectuadas».

[Brinkkemper, 1990], pág. 18

«Abordagem disciplinada e metódica ao desenvolvimento de sistemas de informação».

[Heym, 1992], pág. 142

«Conjunto de princípios e procedimentos que descrevem como produzir ou implementar um modelo».

[Kinnunen, 1994], pág. 116

⁴ de desenvolvimento de sistemas de informação.

«Um conjunto de passos e outro de regras que definem o modo como é obtida e manuseada uma representação de um SI».

[Tolvanen, 1993], pág. 470

O estudo dos métodos com o fim de otimizar a sua utilização, dá habitualmente origem a *metodologias* (apesar de alguns autores usarem este termo com o mesmo significado de método [Olle, 1991]):

«Classe de Métodos, ou seja, a descrição ou representação de diferentes Métodos».

[Heym, 1992], pág. 142

«Uma metodologia é composta por uma grande variedade de metamodelos, modelos de processo de DSI, e meta-metamodelos».

[Kinnunen, 1994] , pág. 116

«Colecção ordenada de métodos e conjuntos de regras que definem por quem, em que ordem, e de que maneira os métodos são utilizados».

[Tolvanen, 1993], pág. 470

«Metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação é a descrição sistemática, explicação e avaliação de todos os aspectos do desenvolvimento de sistemas de informação metódico».

[Brinkkemper, 1990], pág. 18

2.6. Melhorar o Desenvolvimento de Sistemas de Informação

Assim como o Desenvolvimento de Sistemas de Informação visa o aperfeiçoamento dos SI, existe também, um conjunto de actividades orientadas ao aperfeiçoamento do DSI, e que consiste na análise, modelação e reestruturação do DSI.

Nesse conjunto de actividades, é frequente a utilização dos termos *engenharia de métodos* e *metamodelação*. Sendo prematuro, neste capítulo, proceder à discussão dos con-

ceitos envolvidos, interessa apenas identificá-los e apresentá-los no contexto relevante para este trabalho.

Assim, o termo *metamodelação* é frequentemente utilizado para referir a actividade de criar modelos de processos de desenvolvimento de sistemas de informação; senão, vejamos por exemplo [Brinkkemper, 1990] (pág. 29): «*Metamodelação é o processo de conceptualização de uma técnica de modelação*».

A utilização do prefixo *meta*, deriva talvez do facto de o DSI trabalhar modelos de SI, e de os modelos de DSI incluírem *metamodelos* de SI. Esta designação pode portanto, parecer injustificada ou mesmo abusiva; no entanto é frequente. Ao longo desta dissertação, é bastante discutido o modo como o prefixo *meta* é aplicado, e defende-se a não utilização do termo *metamodelação*. Uma justificação mais simples é dada em [Heym, 1992] (pág. 145), onde se afirma que «*como os métodos de DSI constróem modelos do mundo real, esta modelação de métodos (de DSI) é também apelidada de metamodelação*».

Outro termo frequentemente utilizado, é *engenharia de métodos*, ou *engenharia de metodologias*. Simplificadamente, poder-se-á dizer que o seu objectivo é encontrar a melhor forma de conjugar os métodos existentes, em função de diversos parâmetros, como por exemplo o tipo de organização, ou a experiência dos intervenientes. No âmbito deste trabalho, os dois termos têm o mesmo significado, sendo a utilização de um ou outro apenas função da preferência de um autor que eventualmente esteja a ser citado num determinado contexto; de um modo geral (salvo indicação expressa do contrário), admitir-se-á que qualquer actividade com o objectivo directo de *melhorar* o desenvolvimento de sistemas de informação, poderá utilizar esta designação. Sob esta expressão, acolhem-se dois grupos de actividades complementares, mas absolutamente distintos: um de *investigação*, e outro de *aplicação*. Enquanto as actividades de investigação, visam a criação de novos procedimentos de construção, aperfeiçoamento e conjugação dos métodos existentes, as actividades de aplicação utilizam esses métodos, no Desenvolvimento de Sistemas de Informação. Isto leva a uma chamada de atenção sobre a utilização prática deste termo, uma vez que se está a chamar *engenharia* a uma actividade

de investigação, ao mesmo tempo que se *classifica* a aplicação destes conhecimentos numa área de *melhoramento* do DSI, quando a sua aplicação é claramente uma actividade de desenvolvimento de sistemas de informação; Pelo menos no âmbito deste trabalho, as *actividades de aplicação* que devem ser associadas à engenharia de métodos, são as que se orientam pelos modelos de actividades de engenharia de métodos e não pelos modelos de processos de DSI.

Uma revisão bastante completa dos conceitos apresentados, pode ser encontrada em [Araújo, 1995], embora com terminologia algo díspar da utilizada neste trabalho.

3. Enquadramento "4x4"

3.1. Níveis de Modelos

O princípio base de todo o trabalho apresentado nesta dissertação, assenta no facto de que um qualquer *objecto*⁵ pode ser representado por um modelo. Por sua vez, esse modelo poderá ser considerado um objecto e, como tal, ser descrito através de outro modelo, levando à criação de sucessivos níveis de modelação, os chamados *metamodelos*. Explicitando melhor, os modelos de modelos são os *metamodelos*, assim como os modelos de metamodelos são *meta-metamodelos* (cf. secção 2.3. Modelos).

Este princípio está representado na Figura 3-1 e é explicada a seguir:

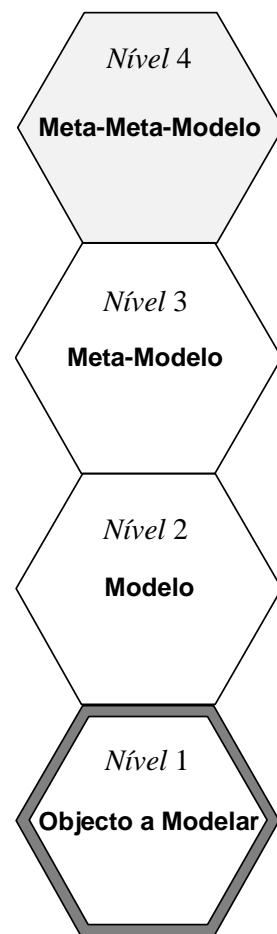


Figura 3-1: Níveis de Modelos

⁵ Independentemente de se tratar de dados ou de processos.

Começando de baixo para cima, o primeiro hexágono⁶ representa o objecto a modelar. Se o objecto de modelação for por exemplo um automóvel, estaremos a falar de automóveis reais (seja um em concreto, ou uma classe deles). Se for um sistema de informação, estaremos a falar de dados, e das actividades relacionadas com a recolha, armazenamento, processamento e sua distribuição a quem dela necessita. Se se tratar do desenvolvimento de sistemas de informação, estaremos a falar de todo o conjunto de actividades inerentes à análise, modelação e reestruturação de sistemas de informação.

O hexágono imediatamente acima (o segundo), representa o modelo do objecto representado no primeiro hexágono, e será um resultado do respectivo processo de modelação. No caso do Automóvel, o seu modelo poderá ser uma miniatura à escala, desenhos ou descrições do conjunto e dos seus componentes, etc.. O modelo de um SI poderá ser constituído por Diagramas Entidade-Relacionamento (ER), por Diagramas de Fluxo de Dados (DFD), etc.. O modelo de um processo de DSI poderá incluir cronogramas de tarefas, listas de recursos e de resultados, etc.; este poderá ser *descritivo* ou *prescritivo*, conforme modelar o processo de um desenvolvimento já efectuado ou se destinar a orientar um DSI, fornecendo a *receita* a seguir.

O terceiro hexágono (sempre a contar de baixo) representa o modelo do modelo retratado pelo hexágono imediatamente abaixo, ou seja, o metamodelo do objecto representado no primeiro hexágono. No exemplo do Automóvel, colocar-se-iam a este nível, modelos que explicassem o conceito de miniatura de um automóvel, bem como dos desenhos ou descrições do conjunto e dos seus componentes, etc.. Do mesmo modo, o metamodelo de um SI contém os modelos que definem os ER, os DFD, etc.; por outras palavras, alberga os conceitos necessários à construção dos modelos do nível abaixo. Um metamodelo de um processo de DSI é do mesmo modo um modelo de modelos de DSI e como no caso do metamodelo de SI alberga os conceitos necessários à construção dos modelos dos processos de DSI.

⁶ A seguir, na secção 3.3. (Representação gráfica do enquadramento) será justificada a razão da forma hexagonal.

Por último, o hexágono do topo, como modelo de metamodelos perde já a sua relação ao objecto original, ao contrário do que acontece nos dois níveis intermédios, em que por exemplo um metamodelo de um SI é necessariamente diferente de um metamodelo de um DSI já para não falar do de um automóvel! Este nível da meta-metamodelação é já bastante abstracto e é o máximo de abstracção possível uma vez que a modelação de um meta-metamodelo nos levaria a um modelo igual aos que pretendíamos modelar, uma vez que o que está presente a este nível são os conceitos de modelação em abstracto, ou seja, o que é modelar, o que é um modelo, independentemente do objecto ao qual se aplica.

Na sequência desta discussão, é talvez oportuno realçar a questão da dependência do (meta)modelo em relação ao objecto modelado. Como já se disse, apenas o último nível (meta-metamodelo) não depende do objecto a modelar; em relação aos outros níveis é ainda relevante, em termos de níveis de modelos, o facto de um determinado modelo ser tratado como objecto ou já como o modelo de um objecto. Para ilustrar esta questão, tome-se por exemplo o caso da miniatura do automóvel: como modelo de um automóvel real, situa-se no nível dois e um seu modelo pertencerá ao nível três, no entanto se o considerarmos por si como um objecto a modelar, um seu modelo situar-se-á no nível dois. Uma vez que a área de trabalho em que esta dissertação se enquadra é a de sistemas de informação, esta discussão é um bocado marginal, apesar de útil para a compreensão dos níveis de modelos.

Estes quatro níveis de modelação têm sido mais ou menos explicitamente reconhecidos por diversos autores, dos quais se apresentam aqui, alguns exemplos.

A *International Standards Organisation* (ISO) reconhece estes quatro níveis nas suas normas ISO 10027 e ISO 10032 - "*Reference Model of Data Management*" (ISO 1993) a propósito dos *pares de níveis* de um *Information Resource Dictionary System* (IRDS). A Figura 3-2, extraída de [Gradwell, 1990] também citada em [Mateus, 1994] ilustra a questão, sem necessidade de mais explicações para o efeito pretendido neste trabalho.

3.2. Camadas de Actividade

Na secção 2.6. (Melhorar o Desenvolvimento de Sistemas de Informação), foi já exposta a razão de ser da existência de diversas actividades, como resultantes do objectivo de melhorar outras; analogamente ao fundamento do DSI, como actividade que se ocupa de melhorar os sistemas de informação, existe também uma actividade que se ocupa do melhoramento do DSI: a engenharia de métodos (EM); finalmente, o melhoramento da EM é preocupação do estudo genérico dos processos de *I&D* (Investigação e Desenvolvimento). Esta relação "actividade que se ocupa de melhorar outra", define uma ordem entre as diversas actividades, o que justifica o aparecimento da representação por camadas que é feita na Figura 3-3.

Assim, as várias camadas são representadas sob a forma de Hexágonos adjacentes e cada uma destas camadas representa os conjuntos de actividades que trabalham sobre o hexágono da camada imediatamente inferior e sobre os respectivos modelos.

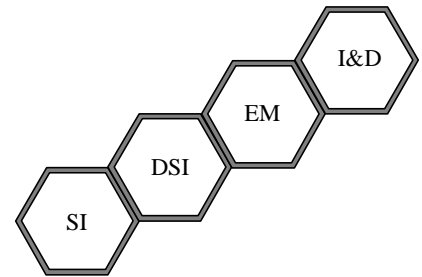


Figura 3-3: Camadas de Actividade

Começando pela camada do próprio Sistema de Informação (SI) de uma Organização, encontraremos portanto, quatro camadas. Nesta primeira camada situam-se as actividades de manusear (recolher, armazenar, processar e distribuir) a informação de uma organização⁸.

A segunda camada de actividade é, como também já foi referido, a que representa o desenvolvimento de sistemas de informação (DSI); estão aqui incluídas as actividades

de análise e modelação de SI, manuseamento e estudo dos modelos resultantes, e finalmente, a implementação ou aperfeiçoamento dos SI.

Por sua vez, a actividade que trabalha com modelos de DSI tendo em vista o seu aperfeiçoamento, é aqui identificada como Engenharia de Métodos (EM). Incluem-se nesta camada, as actividades de *metamodelação* (cf. capítulo 2.6. Melhorar o Desenvolvimento de Sistemas de Informação). Embora reconhecendo-se, a infelicidade da utilização da expressão *engenharia de métodos*, como emblemática de *todas* as actividades de melhoramento do DSI, ela foi adoptada à falta de melhor sugestão, enquanto se espera que a reflexão futura neste domínio, faça desabrochar um termo mais apropriado!

Finalmente, se quisermos retratar uma actividade que trabalhe modelos de EM, teremos atingido uma camada que representa a actividade de investigar e desenvolver modelos em si, ou seja independentemente do contexto; à semelhança do que acontece em relação aos níveis de modelação, também aqui deparámos com uma camada, em que a actividade que trabalha os modelos desta actividade é ela própria, ou seja: a investigação sobre modelos de investigação é investigação! Poder-se-á aqui pôr a dúvida se não seria mais exacto denominar a investigação sobre a investigação, como *filosofia da investigação*: esta discussão é remetida para trabalhos futuros.

Auramäki *et al.* ([Auramäki , 1987/88]), identificam o correspondente a estes quatro níveis de actividade através dos papéis dos actores que vão desde o utilizador do SI ao papel de desenvolver teorias, passando pelo desenho de SI e pelo desenvolvimento de processos de DSI.

⁸ De notar que no contexto deste trabalho o termo *Sistemas de Informação* inclui não apenas as actividades próprias de um SI (recolher, armazenar, processar e distribuir) mas também os dados respeitantes à organização, que são manuseados pelas referidas actividades.

3.3. Representação gráfica do enquadramento 4x4

Como foi referido no capítulo 1, (Introdução), a principal motivação deste trabalho foi a clarificação da utilização dos termos associados aos conceitos subjacentes nos diversos níveis de Modelação entre os quais se destaca a "Metamodelação". Daí, que para além da necessidade de uma nomenclatura inequívoca, esta clarificação justifique a criação de uma representação gráfica que permita com rapidez e simplicidade (eficácia) relacionar um dado trabalho com os conceitos que abrange e sobre os quais se debruça. O “4x4” (Figura 3-4) é a proposta deste trabalho para a já referida representação gráfica. Resultando do produto cartesiano dos níveis de modelos pelas camadas de actividade, nele estão representados os diversos níveis expostos em 3.1. *Níveis de Modelos* (Figura 3-1) para cada uma das actividades apresentadas em 3.2. *Camadas de Actividade* (SI, DSI, EM e I&D), relacionando assim, as actividades com os modelos com os quais estão envolvidas.

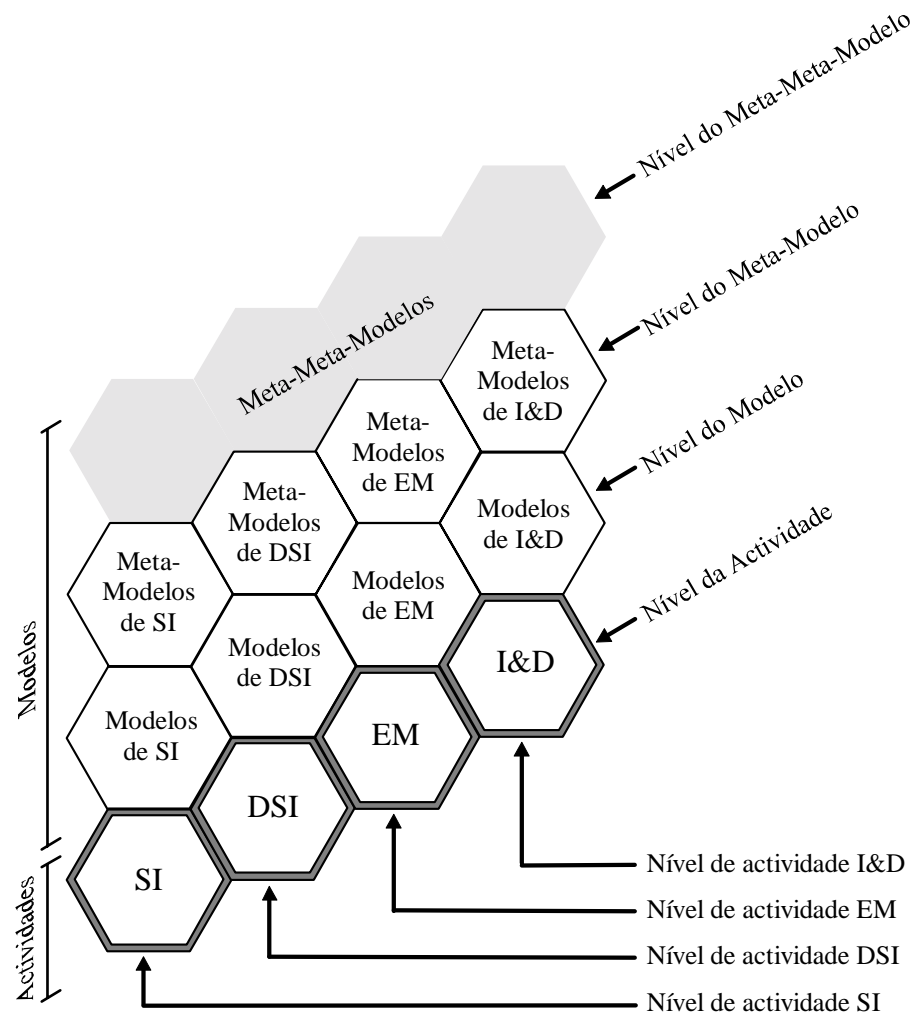


Figura 3-4: O "4x4"

Analisando (a título exemplificativo) o hexágono que representa as actividades de Desenvolvimento de Sistemas de Informação, pode-se verificar que está directamente relacionado, através das suas arestas, com os hexágonos que representam os SI, os Modelos de SI, os modelos de DSI, e a EM; daí que o hexágono "DSI" esteja encaixado neste

neste modelo de modo a exprimir as referidas relações com cada um dos seus “vizinhos” (e daí que seja um Hexágono!). De facto, um processo de DSI utiliza os conhecimentos sobre os métodos existentes (empíricos ou formais) que estão representados no hexágono imediatamente acima (Modelos de DSI); com esses conhecimentos, analisa o SI existente (ou pretendido) na Organização (hexágono ‘SI’) construindo o respectivo modelo (hexágono ‘Modelo de SI’); Este modelo é então trabalhado levando em princípio à reestruturação do SI da Organização.

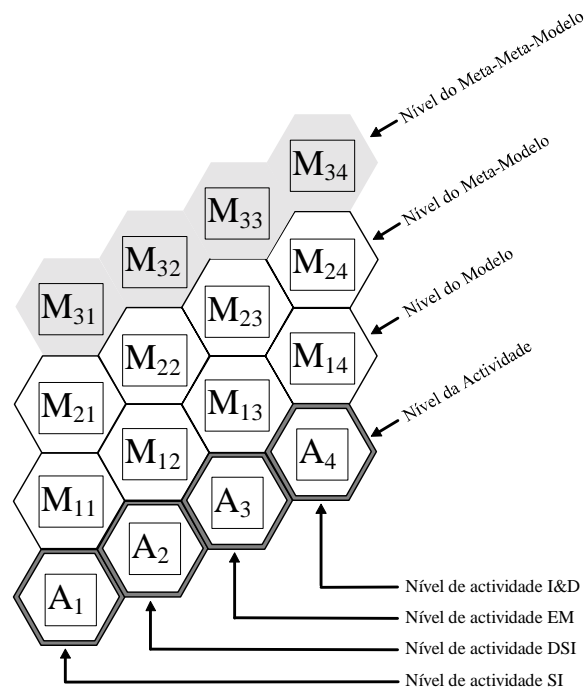


Figura 3-5: Identificação dos elementos do "4x4"

Do mesmo modo, as relações entre as actividades de EM estão relacionadas com os objectos representados nos hexágonos que lhe são adjacentes.

Para facilitar a identificação dos diversos elementos resultantes do já referido produto cartesiano (Figura 3-4), é providenciada através da Figura 3-5, uma notação para os referenciar.

Uma ideia importante, a ter sempre presente, para a compreensão do 4x4, é que o objectivo de qualquer actividade, é o de melhorar a actividade precedente.

Com a ajuda da Figura 3-6 tenta-se ilustrar melhor e de um modo mais genérico as relações acima exemplificadas tendo por base duas actividades adjacentes, A_{i-1} e A_i .

1. Começando por referir a relação "modelo de" já explicada na secção 3.1. (Níveis de Modelos) e que é representada neste modelo de enquadramento pelas arestas horizontais adjacentes; com excepção das actividades, qualquer hexágono representa sempre modelo(s) do hexágono abaixo.
2. Uma actividade é sempre *baseada em* modelos mais ou menos formais, empíricos, ou mesmo inconscientes, que de alguma maneira determinam o modo como qualquer sub-actividade é conduzida. O símbolo da Figura 3-7 representa portanto, a utilização por parte de qualquer uma das actividades a seguir descritas, de conhecimento enquadrado no hexágono imediatamente acima.

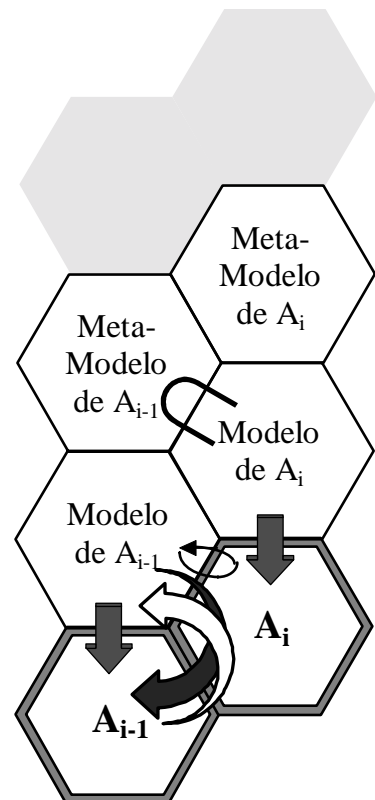


Figura 3-6: Relações entre Hexágonos

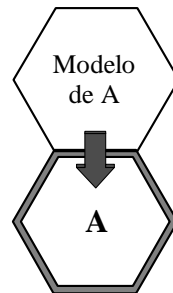


Figura 3-7: Usar o modelo prescritivo

3. Modelar um sistema (seja ele Concreto, Conceptual ou Simbólico⁹) é outra das ações contidas nos hexágonos de actividade, e que constrói um modelo do referido sistema com base nos respectivos métodos. Esta sub-actividade é representada na Figura 3-6 pelo símbolo da Figura 3-8.

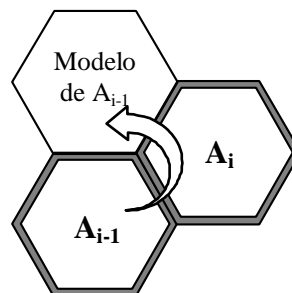


Figura 3-8: No contexto de A_i , são construídos modelos descritivos de A_{i-1}

⁹ Divisão de sistemas de [Bertels, 1969; Dietz, 1987] e que é utilizada em [Brinkkemper, 1990]. Esta divisão, apesar de poder ser considerada relevante não é tida em linha de conta neste trabalho. Voltar-se-á a falar do assunto no capítulo 5. (Conclusões).

4. Quando (através da actividade do ponto anterior) se obtém um modelo, este é então *trabalhado* tendo em vista uma análise mais aprofundada do sistema, através de análises de sensibilidade, optimizações, testes, etc.; por outras palavras, está-se a transformar um modelo que inicialmente era descritivo, num modelo prescritivo (Figura 3-9), que mais tarde permitirá melhorar o sistema original (apresentado no 4x4, pelo hexágono da camada de actividade imediatamente inferior). É este trabalho que se tenta aqui representar com a seta circular.

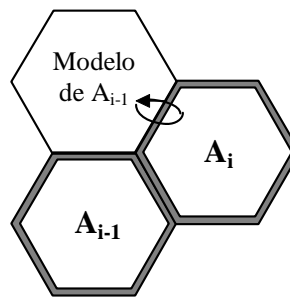


Figura 3-9: Transformação de modelos descritivos em modelos prescritivos, no contexto da actividade A_i .

5. O "fim" referido no ponto anterior, como sendo o melhoramento do sistema da camada inferior é a última das sub-actividades contida em cada um dos hexágonos de nível 1 e é aqui apresentado sob a forma da seta que partindo de um modelo, atinge o

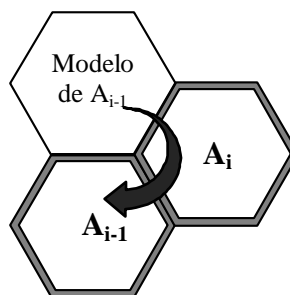


Figura 3-10: No contexto de A_i , mudar A_{i-1} , segundo o respectivo modelo prescritivo

objecto modelado através da actividade de melhoramento (Figura 3-10).

6. Outro aspecto importante a realçar no 4x4 é a relação que existe entre o Metamodelo de uma camada de actividade e o Modelo da camada de actividade imediatamente acima. Esta relação é talvez um factor de confusão entre os conceitos de modelação e metamodelação na área de sistemas de informação, uma vez que o modelo de uma actividade, inclui o conhecimento sobre os modelos da camada de actividade imediatamente inferior, ou seja o Metamodelo de uma dada camada *está contido* no modelo da camada de actividade imediatamente superior. Esta relação é representada na Figura 3-11 pelo símbolo de *está contido em*.

Resumindo e simplificando,

- A_i *trabalha* sobre A_{i-1} ;
- $M_{1,i}$ orienta a construção dos modelos de A_{i-1} ;
- $M_{2,i-1}$ descreve $M_{1,i-1}$, modelo de A_{i-1} ;

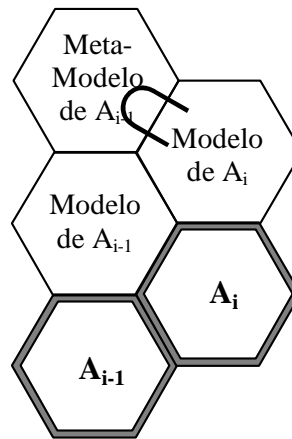


Figura 3-11: "Está contido em"

$\therefore M_{2,i-1}$ está necessariamente incluído em $M_{1,i}$.

Esta última relação de *contido em*, reflecte obviamente uma relação não unívoca (multívoca) entre os Metamodelos e os seus lugares no 4x4, o que à primeira vista poderia induzir a tentação de "podar" ou o hexágono "Metamodelo" ou o lugar que o conhecimento sobre modelos ocupa nos modelos da camada de actividade acima. No entanto, se é indiscutível que o modelo de uma actividade inclui mais ou menos explicitamente o conhecimento representado pelo Metamodelo da camada de actividade inferior que como tal deve poder ser representado no lugar a que tem direito, não é menos verdade que muitos autores (talvez a maioria) se preocupam exclusivamente com as notações ignorando o processo de as aplicar o que já justificaria um *canto* só para si; além disso o 4x4 perderia sem dúvida grande parte da sua clareza e poder de exposição, se abdicasse da representação explícita de um dos níveis expostos em "Níveis de Modelos". Esta ideia é reforçada por exemplo em [Kinnunen, 1994] a propósito dos modelos de DSI, ao afirmar que «*a descrição de um modelo compreende um metamodelo e um modelo de processo de DSI*».

Finalmente, uma referência às arestas do 4x4 que unem os modelos entre si: Apesar de não serem particularmente significativas, estas arestas relacionam, como já foi dito, hexágonos do mesmo nível de modelos; além disso, há uma relação que é consequência das duas relações anteriores, "*Usar o modelo prescritivo*" e "*Está contido em*"; de facto, se o metamodelo de A_{i-1} ($M_{2,i-1}$) está contido no modelo de A_i ($M_{1,i}$), então este último contém os conceitos inerentes ao modelo do mesmo nível, mas do nível de actividade imediatamente inferior. ($M_{1,i} \supset \text{modelo de } M_{1,i-1}$). Outro aspecto a realçar é a fusão do nível de Meta-Metamodelos, que como foi explicado na secção 3.1. (Níveis de Modelos) já não depende do objecto *meta-metamodelado* pelo que não há distinção entre eles.

Neste momento e face ao atrás exposto, é natural que surja a interrogação sobre quais os tipos de sistemas que se pretendem representar neste enquadramento, ou seja a título exemplificativo, quando o 4x4 refere *modelos* está a falar de Linguagens ou de modelos de Sistemas Concretos? de Classes ou de Instâncias? de modelos Descritivos ou Prescritivos? Nesta fase de desenvolvimento do 4x4, esta distinção (em termos de enquadramento) ainda não tem uma representação gráfica, pelo que estes aspectos devem acom-

panhar a ilustração gráfica proporcionada pelo 4x4 e ser esclarecidos de modo descritivo.

3.4. Ferramentas e Linguagens

Até agora a apresentação do "4x4" tem sido focada em actividades e nos respectivos modelos; no entanto as ferramentas e linguagens utilizadas na construção dos modelos também podem ser alvo deste enquadramento. Não esquecendo que o objectivo deste estudo é ajudar à clarificação da área de trabalho em que se insere um dado documento, é óbvio que há todo o interesse em enquadrar um trabalho que se dedique a uma (ou mais) linguagem(ens) de (meta)modelação, ou apresente uma ferramenta para construção de (meta)modelos.

As ferramentas de modelação, estão geralmente integradas em métodos (modelos prescritivos de processos), pelo que parece pacífica a sua integração ao mesmo nível do modelo do processo que se pretende que auxiliem. Por exemplo, uma ferramenta de CASE (engenharia de *software* assistida por computador), deverá ser representada no mesmo hexágono que o respectivo método, ou seja, aquele destinado aos modelos de DSI. Neste ponto, talvez não seja de mais, frisar a distinção entre o enquadramento dos modelos e ferramentas, e o enquadramento das actividades que os utilizam, chamando a atenção para o facto de a utilização destas ferramentas e respectivos métodos, ser uma actividade de DSI; de facto, e resumindo, a engenharia de *software* é uma actividade que se enquadra no desenvolvimento de sistemas de informação; os métodos e ferramentas utilizados, são modelos de DSI.

O enquadramento de linguagens de modelação, através do 4x4, já não se afigura tão simples, se se quiser fazer uma abordagem com uma certa profundidade. Daí, que no âmbito deste trabalho, apenas seja feita uma aproximação simples, com o objectivo de alertar para as principais nuances e implicações de um eventual enquadramento. Uma

análise mais cuidada, abrangendo as relações de uma linguagem com modelos e níveis de modelação, é portanto remetida para futuros estudos nesta área.

De um modo simplificado, começar-se-ia então por citar [Kinnunen, 1994], quando chama a atenção para a inter-relação existente entre modelos e linguagens, ao afirmar que «*Modelos, metamodelos e meta-metamodelos exprimem-se através de linguagens. Por sua vez uma linguagem pode ser descrita por um (meta)modelo*».

Se se pensar na definição (modelo) de uma linguagem de modelação, como parte do

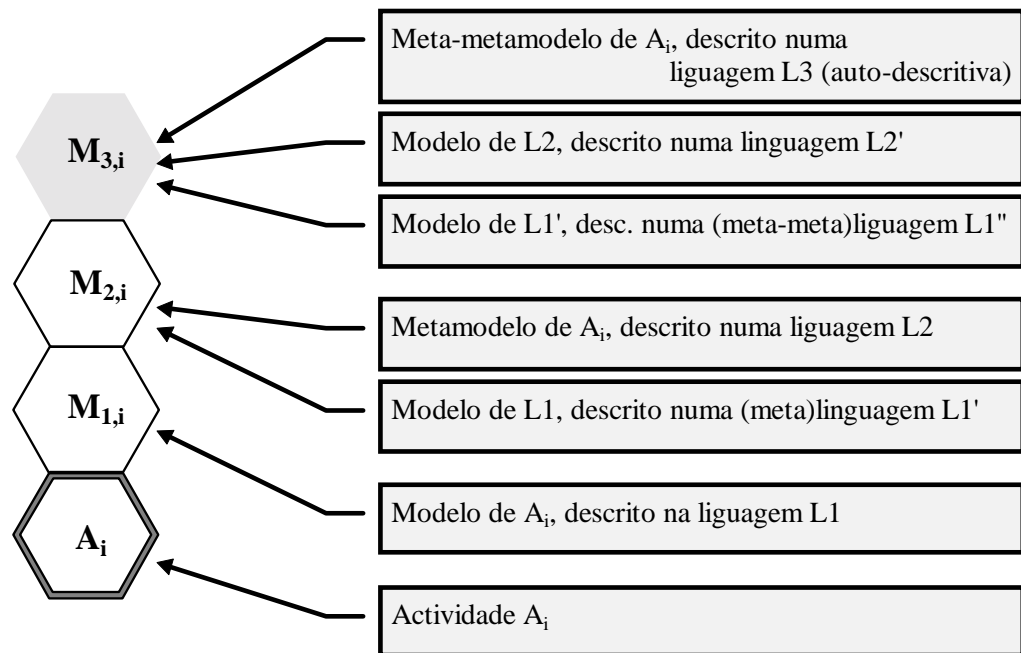


Figura 3-12: Enquadramento de linguagens de modelação

modelo de um modelo (metamodelo), então a sua representação deverá ser feita no mesmo local que o modelo do modelo que é expresso nessa linguagem (Figura 3-12). No entanto, nem sempre uma linguagem (ou notação) está associada de modo exclusivo a um determinado modelo, podendo ser utilizada não só em várias camadas de actividade, como também, em sucessivos níveis de modelação!

Por outro lado, considerando apenas a linguagem utilizada num dado modelo, pode ser construído um modelo dessa linguagem numa outra linguagem, que por sua vez pode ser modelada, etc. (Figura 3-12). Esta perspectiva em relação às linguagens de modelação leva à utilização da designação de *metalinguagem* ([Falkenberg, 1994]), como uma linguagem para descrever modelos de linguagens, ou seja, uma linguagem para representar linguagens. Como, no âmbito deste trabalho, os únicos modelos que importa analisar são os das actividades e respectivos modelos, o enquadramento gráfico de linguagens no *4x4* só faz sentido enquanto parte integrante de um modelo, ou pelo menos como linguagem especialmente vocacionada para a modelação de uma determinada classe de modelos.

4. Análise e discussão de trabalhos

Neste capítulo são apresentados e discutidos vários trabalhos na área de (meta)modelação de (desenvolvimento de) sistemas de informação em que os termos "metamodelo", "metamétodo", e/ou "metamodelação", são utilizados.

Cada subdivisão deste capítulo corresponde a um trabalho na área acima referida, e pretende-se após uma rápida identificação das questões tratadas, apresentar o enquadramento dos conceitos mais relevantes, através da sua representação no "4x4".

Para todos os trabalhos analisados será feita uma *introdução*, uma *apresentação* e uma *discussão*.

Na "*introdução*" de cada um dos trabalhos é feita uma síntese dos aspectos sobre os quais se debruça. Os termos chave utilizados são os do próprio autor de cada trabalho, pelo que fica já aqui a chamada de atenção para evitar que sejam associados a esses termos, conceitos (eventualmente diferentes dos utilizados nesta dissertação) que induzam o leitor em erro.

Na "*apresentação*" dos trabalhos, tenta-se exibir um enquadramento dos termos chave utilizados, dentro do contexto do próprio trabalho, que permita ao leitor ficar com uma ideia coerente da conjuntura em que os termos são utilizados e da sua razão de ser.

A "*discussão*" de cada um dos trabalhos, consiste no enquadramento dos conceitos identificados no ponto anterior, à luz do 4x4; tenta-se ainda, discutir a utilização dos referidos termos, tendo como referência as propostas defendidas ao longo do capítulo 2, (Desenvolvimento de Sistemas de Informação).

Em caso algum, se pretende produzir resumos que evitem a leitura dos trabalhos em causa. Os casos apresentados destinam-se principalmente a justificar a representação

gráfica defendida, e marginalmente, a ajudar quem se dedique ao seu estudo a situar mais exactamente a área concreta de estudo que está a ser abordada por determinado trabalho.

Para identificar cada um dos trabalhos analisados, nomeadamente para o título da secção correspondente neste capítulo, procurar-se-á utilizar designações emblemáticas do trabalho, seja o nome de uma ferramenta, o título do documento ou outra expressão que facilite a identificação do assunto em destaque.

4.1. Modelo Conceptual de Tarefas

Introdução

[Brinkkemper, 1990] debruça-se sobre o estudo da modelação através do desenvolvimento do conceito de *metamodelação* que aplica na construção de procedimentos de modelação.

Apresenta procedimentos para a modelação de acontecimentos, actividades e dados através das técnicas de modelação DFD e ER, e para a modelação de tarefas para o que apresenta uma técnica de modelação intitulada "Modelo Conceptual de Tarefas".

Finalmente, debruça-se ainda sobre o suporte à modelação das ferramentas CASE, abordando os conceitos de *Acompanhamento do Método*, *Transparência da Modelação* e *Modelação por Camadas*.

Uma preocupação sempre presente é a defesa da convicção de que um sistema de símbolos de modelação deveria ser sempre acompanhado por uma descrição do procedimento a seguir durante a modelação, o que contrasta com o facto de a maioria dos estudos nesta área se debruçarem exclusivamente sobre notações.

Apresentação

Não obstante o interesse deste trabalho no âmbito da aplicação das técnicas, no processo de modelação do desenvolvimento de sistemas de informação, aproveitou-se a forma como Brinkkemper justifica o aparecimento do termo *metamodelação* para dar um exemplo de enquadramento das notações associadas à modelação.

A utilização do termo "metamodelação" aparece justificado através da Figura 4-1 que é dividida em níveis de *abstracção*, em que um Sistema e uma respectiva notação para a

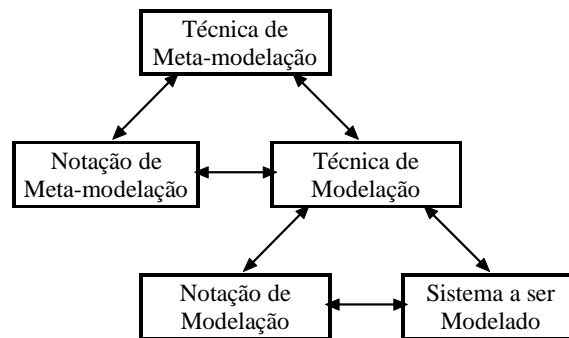


Figura 4-1: Metamodelação: técnicas e notações

sua modelação ocupam o nível inferior (Para a formalização das técnicas de modelação, estas são tratadas como sistemas concretos¹⁰ e modeladas). Por outras palavras, e citando Brinkkemper,

«O sistema de conceitos de uma técnica de modelação é considerado um sistema concreto num sistema de abstracção de nível superior à aplicação da modelação no DSI. Pode ser visto como uma instância ao tipo abstracção que é frequente na ciência de técnicas de especificação. Como a modelação é o nosso objecto de estudo, chamamos-lhe metamodelação.»

[Brinkkemper, 1990], pág. 28

Para evitar mal-entendidos sobre o que se entende por *técnica* e por *notação*, no contexto deste trabalho, transcrevem-se a seguir as respectivas definições:

¹⁰ "Sistema Concreto" é um dos tipos de Sistema que juntamente com os sistemas Conceptual e Simbólico, compõem uma Classificação de Sistemas ([Dietz, 1987] e [Bertels, 1969] *apud* [Brinkkemper, 1990]).

«Uma técnica proporciona a descrição do modo pelo qual, e a notação com a qual, uma parte do desenvolvimento tem lugar. Isto inclui os passos a seguir na prática durante uma actividade de desenvolvimento».

«Uma notação é um sistema de símbolos com o correspondente conjunto de regras, que determinam a correcta aplicação dos símbolos. Uma notação é usada para apresentar os resultados de uma técnica».

[Brinkkemper, 1990], pág. 19

Discussão

Como já foi discutido na secção 3.4. (Ferramentas e Linguagens), a representação das notações no 4×4 , coincide com a dos modelos dos modelos que as utilizam. Fazendo então, o mapeamento dos elementos apresentados no ponto anterior, no 4×4 , obtém-se a Figura 4-2.

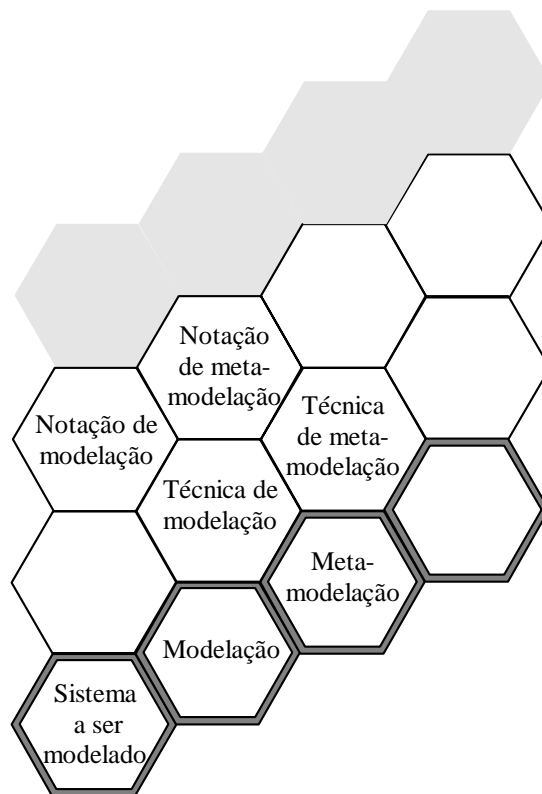


Figura 4-2: Metamodelação em [Brinkkemper, 1990]

Repare-se como o facto de o conceito de *técnica* abranger os passos necessários à construção dos modelos, em vez de se limitar à descrição dos modelos, remete o seu enquadramento para os modelos de DSI em vez dos metamodelos de SI.

4.2. COMOD

Introdução

Em [Carvalho, 1994b], Carvalho e Amaral debruçam-se sobre o conhecimento inerente aos modelos de Sistemas de Informação, definindo um *Sistema de Conceitos*: o COMOD.

Este trabalho surge na sequência de outros, nomeadamente [Carvalho, 1991], onde o referido *sistema de conceitos* aparece integrado no BMKB ("Business Meta Knowledge Base"), um repositório de modelos para o apoio à gestão e desenvolvimento de Sistemas de Informação.

Apresentação

Como sistema de conceitos, o COMOD ostenta a sua independência em relação aos métodos de desenvolvimento, pretendendo precisamente criar não apenas uma base de trabalho para a criação de modelos de SI, mas também afirmar a necessidade da procura de uma independência dos conceitos relativamente aos métodos de desenvolvimento.

São os seguintes, os componentes que integram o sistema de conceitos: Estrutura, regras de Derivação, regras de Validação, condições de Completitude, orientações de Clareza, e regras de Dependência.

Discussão

O *sistema de conceitos* é definido como sendo composto por um conjunto de conceitos de modelação as suas associações, e um conjunto de regras que os afecta.

Não é portanto, um método de DSI, limitando-se à área da metamodelação de SI. Como

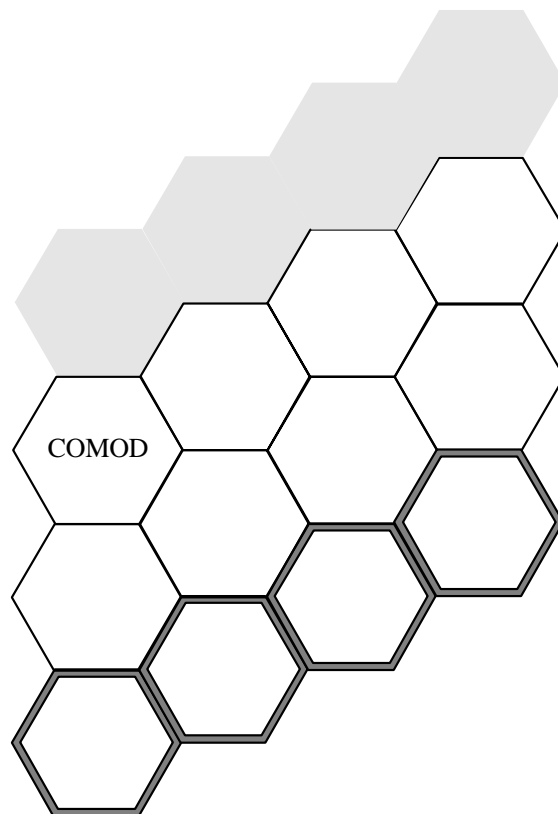


Figura 4-3: Enquadramento do COMOD

já foi referido na "Apresentação" esta opção é intencional e deve-se à preocupação com a independência em relação aos métodos. Aliás, é interessante realçar a intencionalidade desta opção, contrapondo-a com [Brinkemper, 1990] que defende precisamente o oposto, ou seja, que ao contrário do que se verifica com a maior parte das propostas de

metamodelos de SI, estas deveriam conter sempre os métodos necessários à sua aplicação.

O modo como o COMOD se assume independente do método, foi portanto uma forte razão para a sua inclusão neste conjunto de exemplos de aplicação do "4x4", pois ilustra de modo claro a razão da discriminação que é feita entre o metamodelo de SI e o modelo de DSI.

4.3. Engenharia de Metodologias Assistida por Computador

Introdução

[Heym, 1992] apresenta um modelo que permite representar o conhecimento sobre metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação, que juntamente com uma ferramenta que suporta a especificação e o desenvolvimento de métodos de DSI, fazem parte daquilo que se designa por *engenharia de metodologias assistida por computador* (CAME — "Computer-Aided Methodology Engineering").

Apresentação

Para o desenvolvimento da referida *engenharia de metodologias assistida por computador*, foram aplicados conceitos de CASE ("Computer-Aided Software Engineering") ao desenvolvimento de métodos de DSI, o que reflecte um paralelismo entre as duas abordagens; «*tal como o CASE se preocupa com uma abordagem de engenharia, ao desenvolvimento de sistemas, o CAME abrange a especificação estruturada e o desenvolvimento disciplinado de métodos de DSI*». Como se trata de um estudo sobre métodos de DSI, é adoptado o termo *metodologia* para permitir expressar o conceito de *classe* de métodos, distinguindo-o do conceito de método de DSI.

Como integrantes de uma abordagem de engenharia de metodologias, são identificados um modelo de representação de metodologias, técnicas de especificação, um modelo de transformação, e um *metamétodo* que oriente a sua aplicação no desenvolvimento de métodos de DSI.

Além disso, foi implementada uma ferramenta designada por "MERET" ("MEthodology REpresentation Tool") que permite descrever os diferentes métodos de DSI, com base no modelo de representação desenvolvido. No entanto, e ainda segundo [Heym, 1992], o objectivo final da referida ferramenta é permitir a especificação, armazenamento e posterior desenvolvimento do conhecimento de DSI, sem o qual não terá uma engenharia de metodologias verdadeiramente assistida por computador.

Discussão

Como o próprio nome indica, a *engenharia de metodologias assistida por computador*, tem como principal propósito, manusear e desenvolver metodologias de DSI, com o apoio de ferramentas informáticas; em termos de enquadramento no 4x4, se considerada apenas como actividade que utiliza os métodos disponíveis e respectivas ferramentas, a sua representação gráfica (Figura 4-4), ocupará o hexágono de EM (cf. "A₃" na Figura 3-5).

No entanto, e como foi já exposto em *Apresentação*, uma abordagem CAME inclui um conjunto de componentes, que cobrem várias áreas do 4x4. É o caso do *metamétodo*, que orienta a actividade de EM, e que como tal, deverá ocupar o lugar reservado aos modelos de EM.

O *modelo de representação de metodologias* que, embora incluído nos métodos de EM possa ocupar o mesmo hexágono, visto isoladamente, fica mais correctamente representado como metamodelo das actividades de DSI.

Outro componente chave neste âmbito, é a ferramenta que proporciona o título "assistido por computador"; conforme já foi exposto, a MERET ainda não pode ser considerada uma verdadeira ferramenta de CAME, uma vez que apenas suporta a representação de metodologias; daí, que na Figura 4-4, se tenham representado um *MERET 1* e um *MERET 2*, que pretendem traduzir respectivamente, o estado actual de desenvolvimento

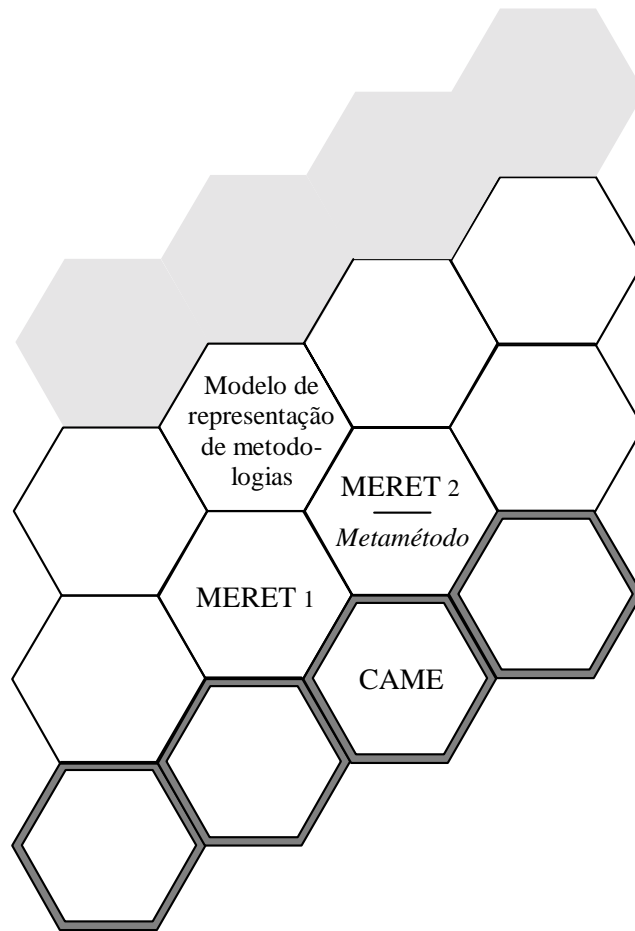


Figura 4-4: Engenharia de Metodologias Assistida por Computador

da ferramenta, e os objectivos traçados para o seu futuro (cf. secção 3.4. Ferramentas e Linguagens).

4.4. Técnica de Engenharia de Metodologias

Introdução

O fulcro de [Kinnunen, 1994], é a apresentação de uma técnica de representação e refinamento de engenharia de metodologias (EM) através de uma matriz Objectos/Actividades (O/A).

No âmbito do *4x4*, é um trabalho particularmente interessante, na medida em que para além da defesa da técnica que o justifica, apresenta um enquadramento dos conceitos utilizados, com a ajuda do seu *enquadramento universal para actividades de informação*.

Como não é objectivo desta dissertação discutir os trabalhos em si, mas sim, o seu enquadramento, a discussão de [Kinnunen, 1994], será feita sobretudo com base no próprio enquadramento que apresenta, como aliás todos os trabalhos analisados, sempre que possível.

Voltando aos objectivos de [Kinnunen, 1994], o estudo preocupa-se sobretudo com o modo de descrever e analisar as relações entre os *objectos* envolvidos no desenvolvimento (metamodelos de dados) e as *actividades* de Desenvolvimento de Sistemas de Informação (modelos de processo de DSI). Como já foi dito, isto é conseguido através de uma matriz O/A para a qual é sugerida uma técnica de construção, análise e refinamento.

Apresentação

A *engenharia de metodologias* é definida neste trabalho como sendo composta pelas actividades de *desenvolvimento*, *adaptação*, e *instanciação* de uma metodologia de DSI,

com o fim de atingir as necessidades organizacionais e satisfazer os requisitos de um projecto específico.

O enquadramento referido na "Introdução" é apresentado na Figura 4-5, e embora seja relativamente claro, talvez se justifique uma pequena apresentação!

Como se pode observar existem dois tipos de estratificação: os vários níveis de modelos de dados e de actividades, e os estratos correspondentes aos vários tipos de actividades

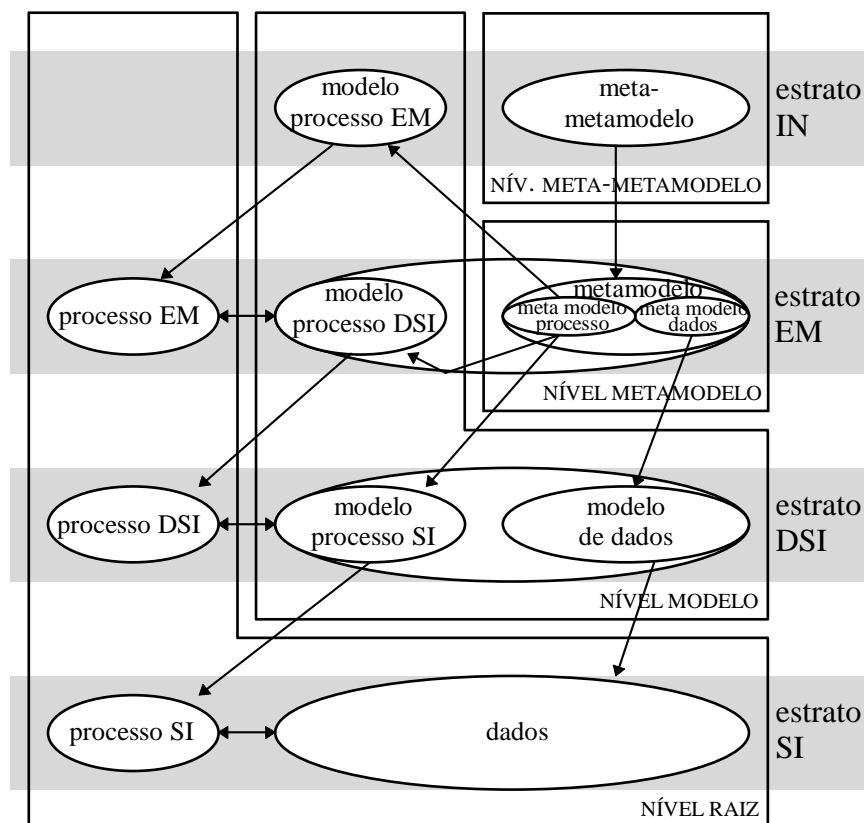


Figura 4-5: Enquadramento da técnica de EM em [Kinnunen, 1994]

(processos) que se ocupam do manuseamento dos (meta)modelos.

Em cada estrato existem sempre *processos* e *objectos*. Um *processo* cria, altera, transmite, verifica e utiliza os *objectos*. Em cada estrato, um objecto é modelo do processo do estrato imediatamente abaixo.

Os estratos vão desde o do SI até ao da Investigação ("IN" na Figura 4-5), e os níveis de modelação, estendem-se desde o nível *raiz* até ao nível do *meta-metamodelo*. A seguir, a discussão dos diversos termos, à luz do *4x4*, permitirá identificar melhor os conceitos subjacentes, e aprofundar o exposto na Figura 4-5.

Discussão

À semelhança dos outros trabalhos analisados, é incluído a seguir, um enquadramento dos conceitos envolvidos, à luz do *4x4*. Como se pode observar na Figura 4-6, a transposição dos processos é imediata, com a única ressalva de Kinnunen e Leppänen não considerarem a actividade de investigação. Os modelos correspondentes a cada processo

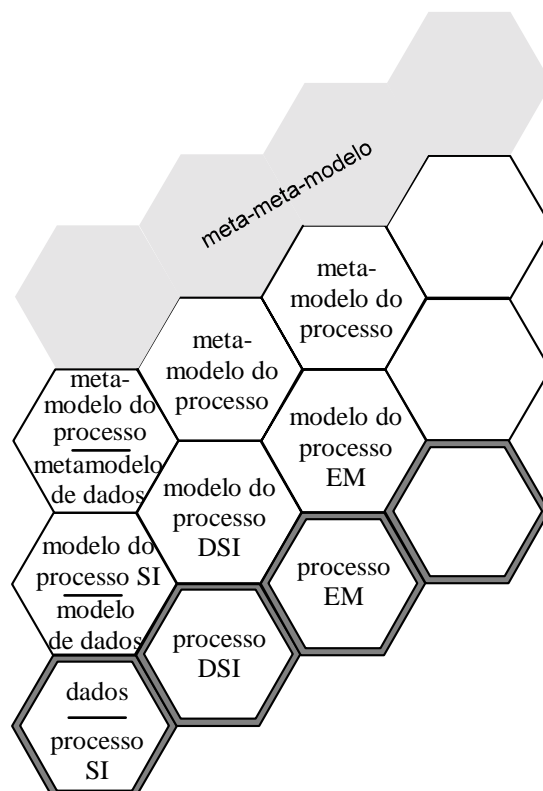


Figura 4-6: enquadramento de [Kinnunen, 1994]

têm também correspondência directa nos modelos de actividade; no entanto a relação destes modelos com os metamodelos (modelos dos modelos) de processo do nível inferior¹¹, é unificada ao nível do estrato da engenharia de metodologias, o que distorce qualquer comparação que se pretenda fazer entre os dois enquadramentos a partir deste nível.

Para uma melhor compreensão da correspondência entre os dois enquadramentos, apresenta-se a seguir, na Figura 4-7, o mapeamento inverso, ou seja, o 4x4 à luz do enqua-

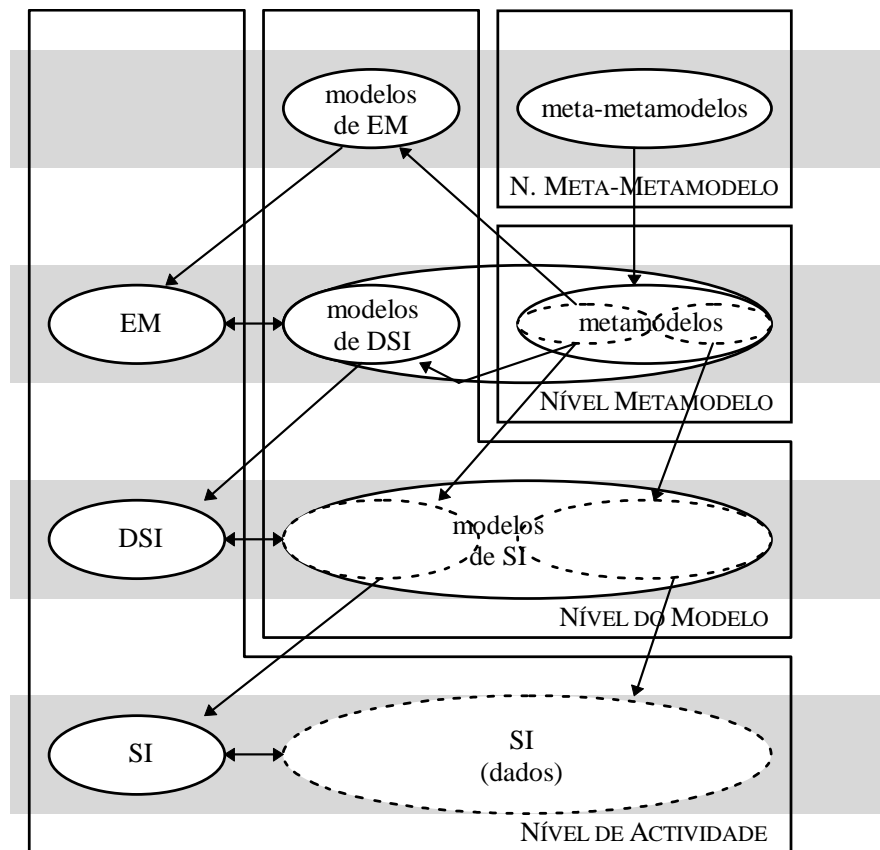


Figura 4-7: Mapeamento do 4x4 no enquadramento de [Kinnunen, 1994]

¹¹ cf. Figura 3-11: "Está contido em"

dramento de kinnunen e Leppänen.

Repare-se como o facto de em [Kinnunen, 1994] os modelos dos dados não terem sido identificados como metamodelos da actividade da camada abaixo, obriga à *fusão* de todos os metamodelos das actividades, no respectivo enquadramento (Figura 4-7)¹².

Outro aspecto que se evidencia no mapeamento da Figura 4-7, é a falta de correspondência da elipse "dados", no 4×4 . De facto, como foi referido na nota de rodapé nº 8 (página 28), foi opção deste enquadramento, tomar como ponto de partida o SI, não discriminando os respectivos dados. Mais desenvolvimentos sobre esta questão é remetido no capítulo 5, para trabalho futuro.

¹² Esta questão foi discutida na secção "3.3. Representação gráfica do enquadramento 4×4 " (página 35).

4.5. GOPRR

Introdução

Neste trabalho é apresentado um método de modelação de metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação. É também apresentada uma linguagem para a referida modelação: o GOPRR (Graph-Object-Property-Relationship-Role).

Apresentação

A base de enquadramento desta abordagem assume uma divisão entre uma parte *estática* e outra *dinâmica*, sendo a primeira referente a dados, e a segunda a *actividades* e *agentes* (Figura 4-8).

Esta divisão reflecte-se na descrição de *método* que é definido como «*Um conjunto de passos e outro de regras que definem o modo como é obtida e manuseada uma representação de um SI*».

Por sua vez o termo *metodologia* é definido como «*uma colecção ordenada de métodos e conjuntos de regras que definem por quem, em que ordem e de que maneira os métodos são utilizados*».

Além disso, aquele enquadramento está ainda dividido em níveis de modelos.

O primeiro nível é o *nível DSI*: além do processo de desenvolvimento de sistemas de informação, engloba os modelos de SI e os *agentes* que participam no DSI. O conceito de

de *agente* reflecte não só a interacção humana, mas também qualquer factor que imponha restrições ao DSI ou à utilização dos modelos de SI.

O segundo nível é o *metanível DSI*: compreende os modelos das actividades e dos agen-

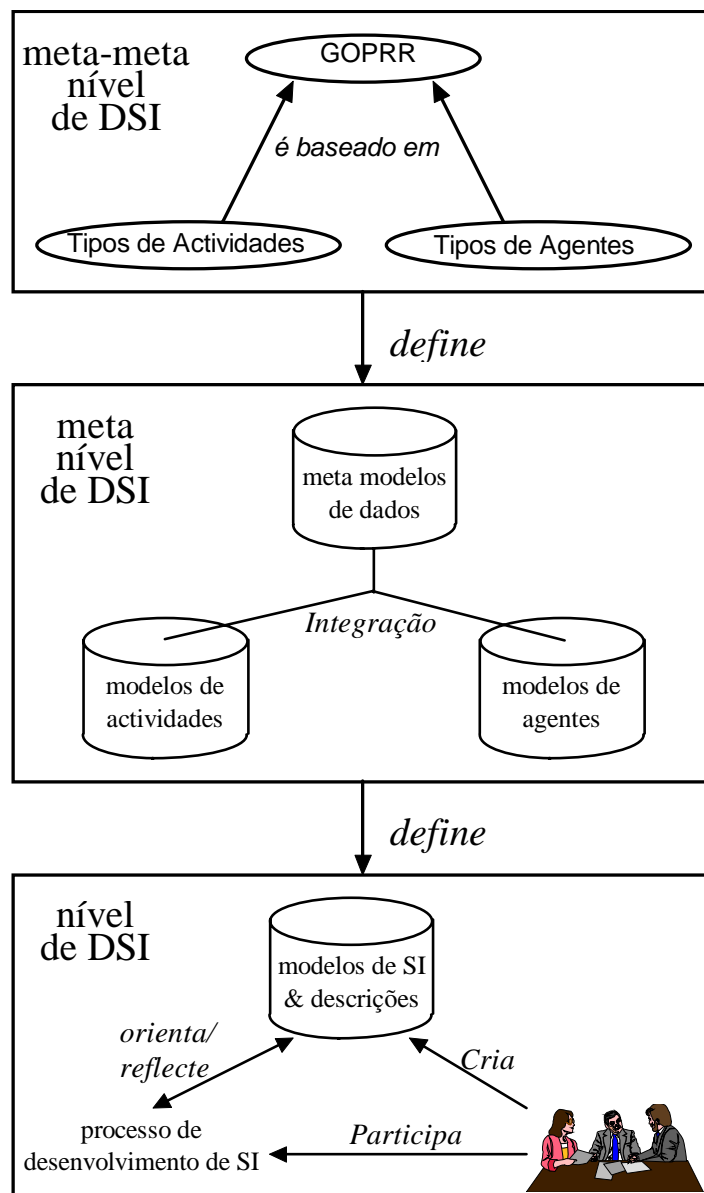


Figura 4-8: Enquadramento do "GOPRR"

tes, e os *metamodelos de dados*. O modelo de Agente define os acessos e a utilização dos modelos de SI durante as tarefas de desenvolvimento, restringindo os acessos, coordenando as tarefas e encapsulando as operações (p.e. com "Queries"). O modelo de Actividade suporta o acompanhamento ("follow-up") da aplicação de uma metodologia. O Metamodelo de dados contém os conceitos inerentes aos modelos de dados, incluindo as inter-relações entre diferentes tipos de modelos.

Por fim, o *Meta-Metanível DSI*, onde se situam os *Tipos de Agentes* e os *Tipos de Actividades*, e ainda a já referida linguagem de modelação de metodologias, "GOPRR".

Discussão

Observando atentamente a Figura 4-8, é óbvia a correspondência entre os elementos do enquadramento utilizado em [Tolvanen, 1993] e o *4x4* (Figura 4-9).

O único reparo em relação ao que tem sido defendido neste trabalho, é em relação à denominação dos níveis de DSI, que como já foi discutido, contribui desnecessariamente para a sobrecarga do termo *meta*, ao designar por "Metanível de DSI" o nível dos *Modelos de DSI* e dos *Metamodelos de SI*; o mesmo se aplica ao "Meta-Metanível de DSI" para designar o nível dos *Metamodelos de DSI*.

Com a ressalva feita no parágrafo anterior, passemos então à análise mais detalhada, da notável correspondência que existe entre as duas representações.

Sendo a base do trabalho em [Tolvanen, 1993], o DSI (actividades e agentes), este *encaixa* no respectivo hexágono do *4x4*, e os modelos e descrições que orientam / refletem o respectivo processo ficam então *situados* no *seu hexágono* imediatamente acima do SI.

Identificados estes elementos, note-se como para representar os respectivos modelos, basta usar os hexágonos imediatamente acima — *sobe-se* um nível de modelo. Assim,

como as actividades e os agentes se enquadravam no DSI, os seus modelos, encaixam nos modelos de DSI — o hexágono imediatamente acima.

Do mesmo modo, os metamodelos de dados posicionar-se-ão imediatamente acima dos modelos que modelam. Finalmente, se os tipos de actividades e de agentes de alguma forma modelam os respectivos modelos, ou seja, podem ser considerados metamodelos de actividades e de agentes, então basta subir mais um nível de modelos para obter o seu

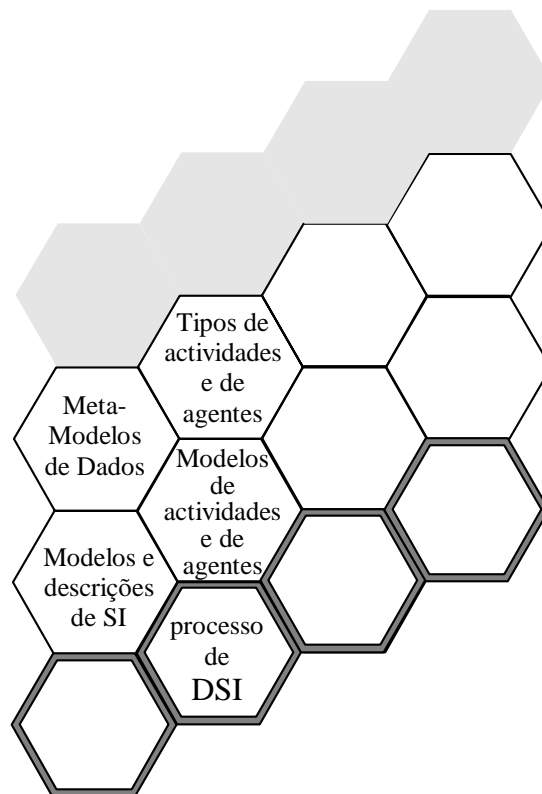


Figura 4-9: Enquadramento de [Tolvanen, 1993]

enquadramento. O próprio modelo GOPRR, situa-se neste hexágono, permitindo relacionar os tipos de actividades com os tipos de agentes. É no entanto de salientar, a vontade que se "sente" em que o GOPRR dê o salto para abranger não apenas os modelos das actividades e agentes do processo de DSI, mas também a própria actividade de

desenvolvimento de metodologias que no 4x4 é representada por "EM" — "salto", porque passaria a ocupar o hexágono "modelo de EM".

4.6. Suporte à Modelação no DSI

Introdução

Em "Modelling Support in Information Systems Development", Wijers debruça-se sobre a aquisição de conhecimento de desenvolvimento de sistemas de informação e defende uma técnica de modelação que permita representar formalmente o conhecimento adquirido.

O seu objectivo final é melhorar o suporte de modelação automatizado oferecido aos engenheiros de informação no desenvolvimento de sistemas de informação.

Verificando que na prática quem aplica métodos de desenvolvimento de sistemas de informação refina as suas estratégias e conceitos, Wijers defende a necessidade de permitir que este conhecimento seja incluído nos suportes automatizados aos engenheiros de SI.

Apresentação

Tendo como objectivo enquadrar a área de trabalho abrangida neste seu documento, Wijers apresenta um esquema em que defende uma visão em três níveis de *abstracção*, desde o nível de *aplicação* ao da *teoria*, passando pelo *metanível* que contém o *conhecimento de modelação* e o respectivo processo de aquisição (Figura 4-10).

Cada nível é subdividido em modelos e processos. No nível de *aplicação* estão representados os *modelos de SI* e os *processos de DSI*. No chamado *metanível* é representado o *conhecimento de modelação* correspondente aos elementos do nível inferior, ou por outras palavras, o modo como estes são conseguidos, ou seja os seus modelos; No entanto, apesar de parecer claro que o *modo de trabalhar* seja um modelo das estratégias e tarefas do processo de modelação, já o *modo de modelar* é um conceito não completamente claro cujo nome sugere ser um modelo do processo de criar modelos mas que o autor identifica como «o conjunto de conceitos de modelação interrelacionados que descrevem os tipos de modelos que podem ser construídos durante o processo de desenvolvimento», ou seja: conceitos de modelação e suas inter-relações, o que aliás parece

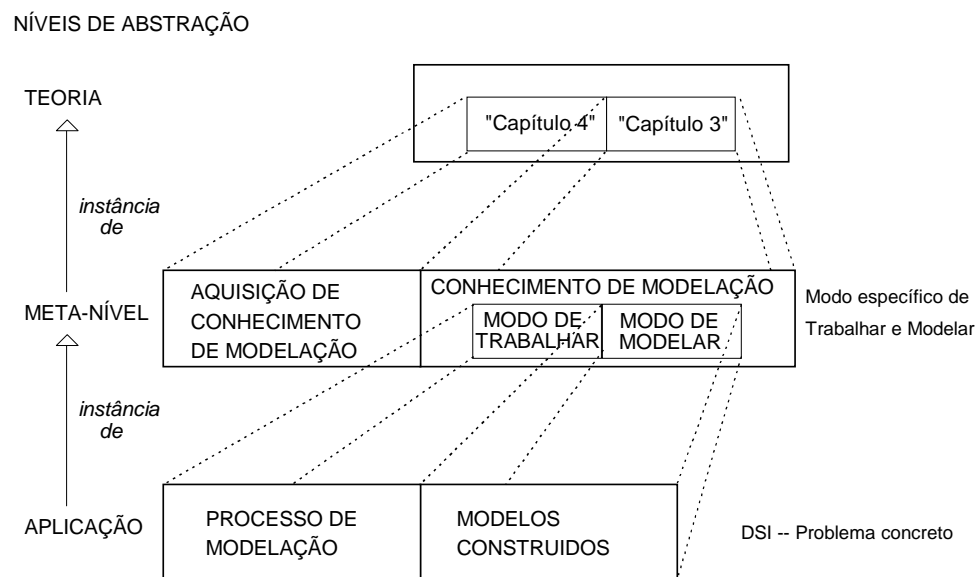


Figura 4-10: Níveis de Abstracção em [Wijers, 1991]

mais lógico. Analogamente ao que acontece no nível de aplicação em que o processo de modelação permite obter modelos de SI, existe também um processo de obtenção do conhecimento de modelação, igualmente representado por um rectângulo à esquerda e no mesmo nível. Subindo mais um nível, atinge-se o *nível de teoria* em que são modela-

dos o conhecimento de modelação e a aquisição deste conhecimento; neste nível, já não está representado nenhum processo e Wijers não baptizou os modelos do nível de teoria, limitando-se a identificá-los como "capítulo 4" e "capítulo 3", aludindo aos capítulos em que cada modelo é discutido.

Discussão

Os elementos que compõem os três níveis de abstracção apresentados, estão esquematizados na Figura 4-11 que pretende mostrar o enquadramento deste trabalho de Wijers em termos de níveis de modelação e camadas de actividade utilizando o modelo 4×4 .

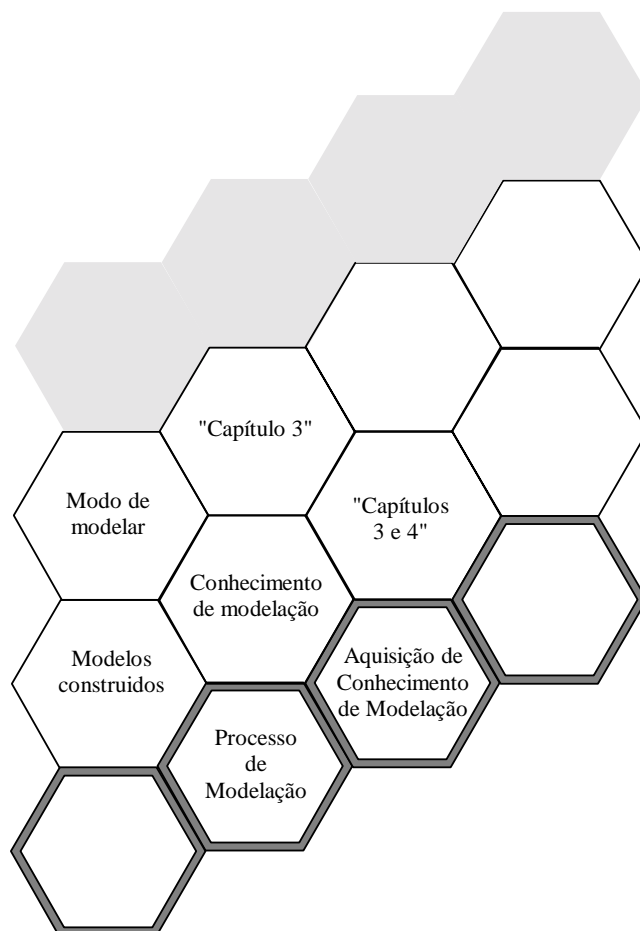


Figura 4-11: Enquadramento de [Wijers, 1991]

Como se pode observar, os "modelos construídos" do "nível de aplicação" são *modelos de SI*, e o respectivo "processo de modelação" pertence ao *nível de actividade* imediatamente acima. Cada um tem o respectivo modelo, representado pelo hexágono de *nível de modelação* acima. O modelo dos "modelos construídos" (o chamado "modo de modelar") é facilmente identificável como *metamodelo de SI*; no enquanto como no contexto do *4x4*, aquele também faz parte do *modelo de DSI*, o "modo de trabalhar" tem que partilhar o hexágono *modelo de DSI* que corresponde a todo o "conhecimento de modelação" do "meta nível" no enquadramento apresentado por Wijers; Como este enquadramento é unidimensional em termos de níveis, a "aquisição de conhecimento de modelação" que está um nível acima, é colocada ao mesmo nível do "conhecimento de modelação" que também estava um nível acima dos "modelos construídos"; No *4x4*, esta relação torna-se talvez mais clara em termos de *níveis de modelação*, ao mesmo tempo que também representa a subida de *nível de actividade*. De modo rigorosamente idêntico, o "nível de teoria" é representado no *4x4* como modelo de aquisição de conhecimento de modelação, ao mesmo tempo que a modelação do "conhecimento de modelação" discutida por Wijers no terceiro capítulo do seu livro, é representada como *meta-modelo de DSI*.

4.7. Confrontação dos trabalhos

Tendo por base, as áreas de actividade e de modelos defendidas neste trabalho, é apresentado a seguir, um quadro com o resumo das áreas que cada um dos estudos discutidos no capítulo anterior, abrange.

Não se pretende com esta confrontação dos enquadramentos efectuados, fazer uma comparação ou hierarquização dos vários trabalhos: o seu objectivo, é apenas dar uma panorâmica geral das áreas abrangidas ao longo deste capítulo.

No referido quadro (Figura 4-13), cada coluna corresponde, a um dos trabalhos analisados, e cobre os aspectos focados na respectiva discussão. O título utilizado é o da própria secção onde o documento é discutido.

As linhas representam os *hexágonos* do 4×4 . Como existem dois eixos no 4×4 (actividades e modelos), põe-se o problema de ordenar os hexágonos na tabela. Em vez de preterir um dos eixos em relação ao outro, optou-se por uma hierarquia que conjugue as duas vertentes de modo a minimizar a *distância* entre os hexágonos mais directamente relacionados. A ordem resultante, é ilustrada através dos números (1 a 10) da Figura 4-12.

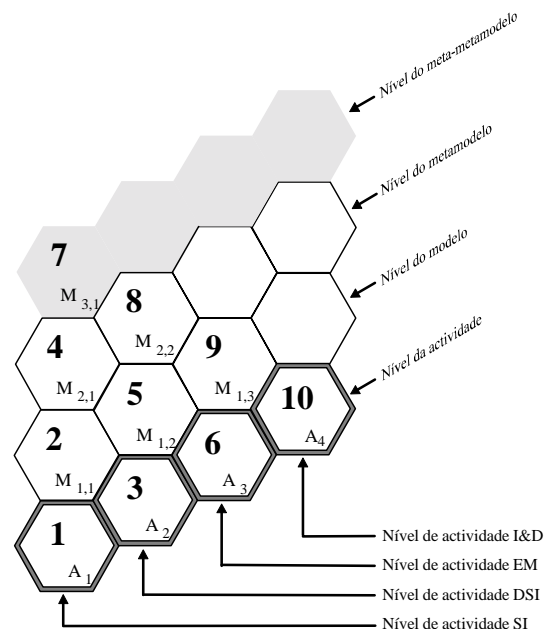


Figura 4-12: Ordem dos elementos do 4×4 na tabela da Figura 4-13.

\ Doc. \ Área \	Modelo Con- ceptual de Tarefas ([Brinkkemper, 1990])	COMOD ([Carvalho, 1994b])	Engenharia de Metodologias Assistida por Computador ([Heym, 1992])	Técnica de Engenharia de Metodologias ([Kinnunen, 1994])	GOPRR ([Tolvanen, 1993])	Suporte à Modelação no DSI ([Wijers, 1991])
A ₁				dados e processo SI		
M _{1,1}				modelo de da- dos e modelo de processo SI	modelos e des- crições de SI	modelos cons- truídos
A ₂	modelação			processo DSI	processo de DSI	processo de modelação
M _{2,1}	notação de modelação	COMOD		metamodelo de dados e mm. do processo	metamodelos de dados	modo de mode- lar
M _{1,2}	técnica de mo- delação		MERET 1	modelo do pro- cesso DSI	modelos de ac- tividade e de agentes	conhecimento de modelação
A ₃	metamodelação		CAME	processo EM		aquisição de conhecimento de modelação
M _{3,1}				meta- metamodelo		
M _{2,2}	notação de metamodelação		modelo de re- presentação de metodologias	metamodelo do processo	tipos de activi- dades e de agentes	"capítulo 3"
M _{1,3}	técnica de me- tamodelação		MERET 2 e metamétodo	modelo do pro- cesso EM		"capítulos 3 e 4"
A ₄						

Figura 4-13: Quadro de confrontação dos trabalhos discutidos

Como já foi realçado diversas vezes ao longo deste trabalho, uma área (hexágono) do 4×4 compreende necessariamente todo um conjunto de abordagens possíveis, quer no respeitante às actividades como aos modelos. Assim, por simples observação do quadro, não se pode concluir que dois autores que *ocupem* a mesma área, estejam a falar da *mesma coisa*; apenas se pode concluir que estão a contribuir para a mesma área de traba-

lho, com os conceitos expressos, e tudo o que eles representam (ferramentas, linguagens, análises, etc.).

Em todo o caso, parece ser uma ajuda relevante à análise e confrontação de vários trabalhos, poder verificar por exemplo, que os metamodelos de DSI, são abordados em [Tolvanen, 1993] através dos *tipos de actividades* e *tipos de agentes*, enquanto que Heym e Österle ([Heym, 1992]), contribuem com o seu *modelo de representação de metodologias*, e Kinnunen e Leppänen ([Kinnunen, 1994]) os identifica como "*metamodelo do processo*".

Assim, a análise e discussão de um trabalho, pode ser enriquecida através do seu enquadramento à luz do *4x4*, o que normalmente funciona como catalizador de novas reflexões, não só pelo esforço de formalização de um enquadramento, como também pela confrontação imediata com enquadramentos de outros trabalhos. Repare-se por exemplo, como em [Wijers, 1991] se pode facilmente aperceber que o seu *modo de modelar* não é uma actividade, como a designação poderia fazer pressupor, mas sim, um conceito equiparável ao *metamodelo do processo* de Heym e Österle ([Heym, 1992]), ou ao COMOD ([Carvalho, 1994b]).

5. Conclusões

As ilações que se podem extrair da análise e aplicação do modelo defendido nesta dissertação, estão ainda longe de estar completamente exploradas. Principalmente no que toca a *condições de fronteira* e às relações entre os hexágonos, há ainda muita reflexão a fazer e, espera-se, muitas conclusões a tirar!

Dado o âmbito deste trabalho, evitou-se *apontar* demasiado longe para que o objectivo inicial de enquadramento dos conceitos associados à *metamodelação* do Desenvolvimento de Sistemas de Informação não se diluísse entre discussões de horizonte mais amplo mas que o tempo disponível tornaria obrigatoriamente menos aprofundadas. Tentou-se portanto, que o cerne das ideias apresentadas se concentrassem nas redondezas do objectivo inicial, deixando propositadamente por aprofundar, as áreas do modelo mais remotas, e mais do domínio da filosofia.

Os próprios identificadores das camadas de actividade, expostas na secção 3.2., deverão ser revistos, uma vez que (como já foi explicado) as siglas "EM" e "I&D" foram aplicadas com fortes reservas, a primeira apenas por ser emblemática da área de investigação e desenvolvimento em que se enquadra, e a segunda, por relutância em assumir como identificador, a filosofia da investigação.

O estudo e a reflexão sobre os casos analisados, parece confirmar os pressupostos defendidos no capítulo 3, nas suas secções 3.1. (Níveis de Modelos) e 3.2. (Camadas de Actividade) que ajudam a esclarecer e evitar confusões entre metamodelos e supermodelos por um lado, e a agrupar em camadas as actividades associadas ao respectivo manuseamento, por outro lado. Conclui-se que é fácil cair na tentação de apelidar de meta-modelo um modelo que reúne características de modelos diferentes (sobretudo nos modelos de processos de DSI). Conclui-se ainda, que pelo facto de os modelos de DSI utilizarem os conceitos contidos nos metamodelos de SI, é relativamente comum o *con-*

tágio do prefixo *meta*, apelidando-se os modelos de DSI, de "metamodelos de DSI" o que obviamente *colide* em termos de notação, com os verdadeiros metamodelos do processo de desenvolvimento de sistemas de informação.

Um dos exemplos mais gritantes de confusão entre supermodelos e metamodelos, advém da *onda "Object Oriented"* onde facilmente se cai na armadilha de, sempre que se agrupam vários objectos (ou classes) numa estrutura hierárquica de classes, começar a chamar metamodelos a cada nível de agrupamento, sem se aperceber que os tipos de conceitos envolvidos são sempre os mesmos, e que portanto, por mais (super)classes que crie, em termos de *níveis* de modelação, não sai do sítio!

Um aspecto a resolver a curto prazo será o de criar uma nomenclatura apropriada às relações entre hexágonos, que seja coerente com o descrito na Figura 3-6 do ponto 3.3. (Representação gráfica do enquadramento).

A explicitação dos tipos de sistemas representados pelos hexágonos do 4x4 e das actividades associadas, deverá ser efectuada à luz de uma classificação de sistemas ([Bertels, 1969] e [Dietz, 1987] *apud* [Brinkkemper, 1990]) e deverá ser encontrada uma representação gráfica que não sobrecarregando demasiado o modelo existente permita efectuar de modo eficaz, a leitura daquelas características nesse modelo de enquadramento.

O eventual interesse em representar separadamente os dados e as actividades, ao nível do sistema de informação do 4x4, poderá levar à criação de mais uma coluna à esquerda do modelo, embora provavelmente se trate de uma coluna sem hexágono de actividade.

Referências

Araújo, T. V. d., *Modelização do Suporte Metodológico e Computacional à Gestão do Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação*, Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, 1995.

Auramäki, E., M. Leppänen, e V. Savolainen, "Universal framework for information activities", *Data Base*, Fall/Winter, (1987/88), 11-20.

Banbury, J., *Towards a Framework for Systems Analysis Practice*, in Hirschheim, R. J. B. J. a. R. A. (Eds.), *Critical issues in information systems research*, 1987.

Banseler, J., e K. Bodker, "A reappraisal of structured analysis: design in organisation context", *ACM Transactions on Information Systems*, 11 (2), (1993), 165.

Bertels, K., e D. Nauta, *Introduction to the notation of model*, De Haan, Bussum, 1969.

Brinkkemper, S., *Formalisation of Information Systems Modelling*, University of Nijmegen, 1990.

Buckingham, R. A., R. A. Hirschheim, F. F. Land, e C. J. Tully, *Information Systems Curriculum: a Basis for Course Design*, in Buckingham, R. A., R. A. Hirschheim, F. F. Land, e C. J. Tully (Eds.), *Information Systems Education: Recommendations and Implementation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

Carvalho, J. Á., e L. Amaral, *Managing the Organisation's Information System: Intervention Activities and Organisational Knowledge*, Relatório técnico, 1994a.

Carvalho, J. Á., e L. Amaral, *Using an Explicit System of Concepts for Information Systems Modelling: COMOD*, The Fourth International Conference Information Systems Development - ISD '94, Bled, Slovenia, 1994b.

Carvalho, J. Á. B. S., *BMKB (Business Meta Knowledge Base): A Repository of Models for Assisting the Management and Development of Organisational Information Systems*, PhD Thesis, University of Manchester, 1991.

Dietz, J. L. G., *Modelling and specification of information systems*, PhD Thesis, Technical University of Eindhoven, 1987.

Downs, E., P. Clare, e I. Coe, *Structured Systems Analysis and Design Method: Application and Context*, Prentice Hall, London, UK, 1992.

Falkenberg, E. D., *A Framework of Information System Concepts*, Excerpt / Working Draft, University of Nijmegen, 1994.

Gradwell, D. J. L., "The ISO IRDS Framework: an Architecture for IRDS Standards", *Seminar on Information Resource Dictionary Systems Standardisation*, (1990), 12.

Heym, M., e H. Österle, *A Semantic Data Model for Methodology Engineering*, Fifth International Workshop on Computer-Aided Software Engineering, Montreal, Quebec, Canada, 1992.

Kinnunen, K., e M. Lippänen, *O/A Matrix and a Technique for Methodology Engineering*, The Fourth International Conference Information Systems Development - ISD '94, Bled, Slovenia, Kranj, 1994.

Lyytinen, K., *A taxonomic perspective of information systems development: theoretical constructs and recommendations*, in Hirschheim, R. A., R. J. Boland Jr. (Eds.), *Critical issues in information systems research*, John Wiley, 1987.

Mateus, C. L. d. S., *Bases de meta-informação: dos Dicionários de Dados aos Repositórios*, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, 1994.

Olle, T. W., J. Hagelstein, I. G. Macdonald, C. Rolland, H. G. Sol, F. J. M. V. Assche, e A. A. Verrijn-Stuart, *Information Systems Methodologies: A Framework for Understanding*, Addison Wesley, 1991.

Rocha, Á. M. R. d., *Desenvolvimento de Sistemas de Informação: Estudo sobre a sua conduta nas organizações*, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, 1994.

Tolvanen, J.-P., P. Marttiin, e K. Smolander, *An Integrated Model for Information Systems Modelling*, Twenty-Sixth Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, 1993.

Wijers, G. M., *Modelling Support in Information Systems Development*, PhD thesis, Technische Universiteit Delf, 1991.